This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT.
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

(19) 日本国特許庁 (JP)

m公開特許公報 $\widehat{\geq}$ (11)特許出顧公開番号

特開平10-307263

(41)公開日 平成10年(1118)11月17日

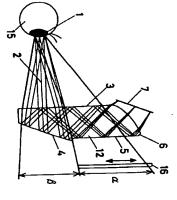
1	2 B	CI.
1	25/00	
		规则記号
	G 0 2 B	FI
13/18	15/00	:
	Α	•

			·		
(%17名)	ス光学工業株式会社内 弁理士 韮澤 弘 (外1名)	「おお祖人			
髙橋浩一 東京都渋谷区橋ヶ谷1丁目43番1号オリンパ	高橋浩一 東京都渋谷区幅ヶ谷	(72) 発明者			
高精調子 東京都渋谷区橋ヶ谷1丁目(3番1号オリンパ ス光学工業株式会社内	高橋四子 東京都渋谷区幅ヶ谷17 ス光学工業株式会社内	(71) 発明者			
7丁目43番2号	東京都渋谷区幅ヶ谷1丁目43番1号		S#18	平成9年(11117)5月7日	(2) 王智田
株式会社	000000376 オリンバス光学工業株式会社	(71)出現人 000000376	-	特與平1-116724	(11) 出願番号
(全34月)	(x	10	未婚求 劉宗項の数4	審查請求 未請求	
	13/18 17/08 A	5 5		13/18	
	15/00 A	G02B 15		25/00 概別記号	(\$1) Int. Cl. • G 0 2 B

(54) 【発明の名称】プリズム光学素子及び偉観察装置

子、像観察装置、画像表示装置。 みの少ない観察像を与える非常に小型なプリズム光学素 広い画角においても収差が少なく明瞭で、強

面3を透過して観察者の虹彩位置を射出瞳1として観察 側に全反射し、観察者瞳1の直前に配置している第1面 3面5における任意の光線の内部反射の角度をもっとす 面3を透過して、観察者の眼球15内に投影される。第 は、外界の物点からの光線が第3面5から入射し、第1 者の眼球15内に投彫される。外界像を観察する場合 3で反射し、第2面4で観察者職1側に反射をし、第1 す。ここで、n。は接眼光学系12の媒質のd線の屈折 るとき、sin゚゚(1/n゚)≦θ₁₃≦60°を満た 光学系12の第4面6に入射し、第3面5で観察者瞳1 【解決手段】 画像表示素子7から発した光線は、接眼



【特許額水の範囲

1) 媒質を挟んだ複数の固によって形成されるプリズム 【請求項1】 屈折率 (n) が1よりも大きい (n>

光学祭子において、 リズム光学案子内部での内部反射作用を有する第2面 と、前記媒質を挟んで前記第1面と対向配置され前記プ 内部から光線を射出させる透過作用及び前記プリズム光 光緯を入射させるか、若しくは、前記プリズム光学祭子 前記プリズム光学素子が、前記プリズム光学素子内部に 学素子内部での内部反射作用とを合わせて有した第1面 前記第2面と略近接する位置に配置されかつ前記第 *

sin-1 (1/n,) ≦0.,≤60°

とを有する像観察被置において、 形成された像を観察眼球に導く作用を持った接眼光学系 を満たすことを特徴とするプリズム光学素子。 【韓求項2】 (魏形成手段と、前記線形成手段によって

した第4面とからなり、

た面構成を持つプリズム部材を有すると共に、前記プリ り、前記少なくとも2回の全反射作用の中の少なくとも とも3回の内部反射作用の中の少なくとも2回の内部反 とも3回内部反射させる作用を有し、かつ、その少なく ズム部材が前記像形成手段から射出された光線を少なく 前記接眼光学系が、間を屈折率(n)が1よりも大きい を持った曲面形状に形成され、 配置された箇によって行われ、かつ、その盾は前記プリ 射は全反射作用による反射となるように構成されてお (n>1) 単体媒質で埋めた少なくとも3つの面を偉え ズム部材の内部反射によって生じる収差を補正する作用 1回の反射は前記プリズム部材の単体媒質の観察者側に

なくとも2つの面を通して外界観察を行うことができる さらに、節記プリズム部材の少なへとも3つの回の中少 ように、前記少なくとも2つの面が前記単体媒質を挟ん な対向配置がなされていることを特徴とする像観察装 で外界を観察するときに発生する面みを低下させるよう

とを有する偉観察装置において、 形成された像を観察眼球に導く作用を持った接眼光学系 【緯水項3】 健形成手段と、前記億形成手段によって

れ、かつ、その4つの光学作用面で囲まれた間を屈折率 光学作用を持った光学作用面が少なくとも4つ設けら 前記プリズム部材は、その面構成の中、透過又は反射の 前記接眼光学系が少なくともプリズム部材を含み、 (n) が1よりも大きい (n>1) 単体媒質で埋めて構

有する第2面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで て前記媒質を挟んで対向配置されかつ観察者視軸に対し 用を有する第3面と、一方の端部を前記第1面に略隣接 対向配置されかつ前記第2國に略隣接配置された反射作 て少なくとも偏心あるいは傾いて配置された反射作用を 観察者眼球側に配置された第1回と、前記第1回に対し 前記4つの光学作用面は、過過作用と反射作用とを有し

> * 1 面と前記媒質を挟んで対向配置され前記プリズム光学 東子内部での内部反射作用を有する第3面と、前配第1 面が光線を前記プリズム光学索子内部に入射させる作用 射出させる作用を有し、前記第1面が光線を前記プリズ を有するときには前記プリズム光学素子内部から光線を

d線における屈折率をn。、前配第3回における任意の させ他方の端部を前記第3面に略近接させるように配置 光線の内部反射の角度をのっことするとき、

るような透過作用を持った第4回とを有し、前記媒質の 記プリズム光学素子内部に光線を入射させる作用を有す ム光学素子内部から射出させる作用を有するときには前

する像観察装置。 単体媒質と前記第3面とが構成されていることを特徴と が可能な外界観察作用を有するように前記第1回と前記 記甲体媒質と前記第3回とを通して外界を観察すること 少なくとも前記第3面は全反射作用を有するように前記 プリズム部材が構成されていると共に、前記第 1 面と前

前記接眼光学系が少なくともプリズム部材を含み、 形成された像を観察眼球に導く作用を持った接眼光学系 とを有する値観察装置において、 【約求項4】 像形成手段と、前記像形成手段によって

光学作用を持った光学作用面が少なくとも4つ設けら た、かつ、その4つの光学作用図で囲まれた間を屈折率 前記プリズム部材は、その面構成の中、透過又は反射の (n) が1よりも大きい (n>1) 単体媒質で類めて構

8 前記4つの光学作用面は、透過作用と反射作用とを有し 用を有する第3面と、一方の端部を前記第1面に略隊接 対向配置されかつ前記第2面に略隣接配置された反射作 有する第2面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで て少なくとも偏心あるいは傾いて配置された反射作用を て前紀媒質を挟んで対向配置されかつ観察者視頼に対し 観察者眼球側に配置された第1面と、前記第1面に対し させ他方の始節を前記第3回に略近接させるように配置 した第4箇とからなり、

反射作用を生じる領域近傍に観察者の視線を検出する作 するように前記プリズム部材が構成されていると共に、 少なくとも前記第2箇又は前記第3箇か全反射作用を有 用を持った祝嶽検出手段を配置したことを特徴とする偉 前記全反射作用を有する前記第2面又は前記第3面の全

(発明の詳細な説明)

[1000]

数国に関する。 保持することを可能にする関部又は顔面装着型画像表示 及び像観察装置に関し、特に、観察者の関部又は顔面に 【発明の属する技術分野】本発明は、プリズム光学素子

5

特題中10-307263

の周知なものとして、特関平3-101709号のもの **がある。この画像表示装置は、画像表示累子の表示画像** して観察者の題球内に投影するものである。 し、凹面反射鏡からなる接眼光学系でこの空中像を拡大 を正レンズよりなるリレー光学系にて空中像として伝達 【従来の技術】頭部又は顔面装着型画像表示装置の従来

る。この装置は、画像表示素子の像を伝達案子で消曲し として、米国特許第4,026,641号のものがあ し、反射ホログラフィック菜子とホログラム面を有する は、CRTの画像をリレー光学系を介して中間像を形成 国特許第4,669,810号のものがある。この装置 た物体面に伝達し、その物体面をトーリック反射面で空 コンパイナによって観察者の眼に投影するものである。 [0003]また、従来の他のタイプのものとして、米 中に投影するようにしたものである。 【0004】さらに、従来の他のタイプの画像表示装置

この装置は、半透過凹面鏡と半透過平面鏡によって物体 面を射出瞳に投影する接頭光学系である。 して、米国再発行特許第27,356号のものがある。 【0005】また、従来の他のタイプの画像表示案子と

のも知られている。 号、米国特許第4,969,724号、欧州特許第0, 583, 116A2号、特開平7-333551号のも 【0006】その他、米国特許第4,322,135

のような画像扱示索子の映像をリレーするタイプの画像 以外にリレー光学系として数枚のレンズを用いなければ 3-101709号、米国特許第4,669,810号 重も重たくなる。 ならないため、光路長が長く、光学系は大型になり、重 表示装置では、接眼光学系の形式によらず、接眼光学系 **【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特闘平**

式画像表示装置は、小型軽量であることが重要である。 **装置が物にぶつかるおそれも生じる。つまり、頭部装着** る。さらに、数国を接着して移動、回転等を行うときに **戯心までの距離が長くなり、装着時のパランスが悪くな** 出する量が大きいと、頭部で支持している点から装置の 特に頭部に独君する装置であるため、装置が顔面から突 【0008】頭部装着式画像表示装置は、人間の身体 光学県の構成にある。 そしてこの数置の大きさ、瓜量を決定する大きな要因は

れを補正する手段がない。 拡大鏡の凹面の形状を非球面 にすることである程度球面収差が補正できても、コマ収 大概のみを用いると、発生する収差は非常に大きく、そ と、実用的な装置にはなり得ない。あるいは、接眼光学 * 差、像面湾曲等が残存するため、観察画角を大きくする 【0009】しかしながら、接眼光学系として通常の描

を満たすことを特徴とするものである。 sin-1 (1/n,) ≤0,,≤60°

*系として凹面鏡のみを用いる場合には、通常の光学楽子 合わせて消曲した面を有する伝導案子(ファイパープレ ート)によってこれを補正するという手段を用いなけれ (レンズやミラー) のみではなく、発生した像面湾曲に

【0010】さらに、米国特許第4,026,641号

せて補正を行っているため、LCD(液晶表示素子)等 ク反射面により発生する像面湾曲を物体面自体を湾曲さ て観察者眼球に投影するタイプでは、偏心したトーリッ のような、映像表示素子の像をトーリック反射面を用い のいわゆるフラットディスプレイを画像表示菜子として 用いることが困難である。

フラットディスプレイを画像表示案子として用いること て補正を行っているため、LCD(液晶表示素子)等の 面鏡によって発生する像面湾曲を物体面自体を湾曲させ さは1/16にまで低下してしまう。さらに、半透過四 半透過面を2枚用いているために、理論値でも像の明る 観察者の頃に投影する共動系の接眼光学系においては、 ような、半透過凹面鏡と半透過平面鏡を用いて物体面を が上記と同様に困難である。 【0011】一方、米国再発行特許第27,356号の

非常に小型な像観察装置とそれに用いられるプリズム光 みてなされたものであり、その目的は、広い画角におい ても収差が少なく明瞭で、歪みの少ない観察像を与える 学索子を提供することである。 【0012】本発明は従来技術のこのような問題点に鑑

ដ い (n>1) 媒質を挟んだ複数の面によって形成される 有する第3面と、前記第1面が光線を前記プリズム光学 第1面と対向配置され前記プリズム光学素子内部での内 明のプリズム光学祭子は、屈折率(n)が1よりも大き **菜子内部に入射させる作用を有するときには前記プリズ** 配置され前記プリズム光学案子内部での内部反射作用を 位置に配置されかつ前記第1面と前記媒質を挟んで対向 部反射作用を有する第2面と、前起第2面と略近接する 用とを合わせて有した第1面と、前配媒質を挟んで前記 前記プリズム光学素子内部に光線を入射させるか、若し プリズム光学素子において、前記プリズム光学素子が、 前記第3面における任意の光線の内部反射の角度をhetaい る作用を有するときには前記プリズム光学素子内部に光 第1面が光線を前記プリズム光学案子内部から射出させ ム光学祭子内部から光線を射出させる作用を有し、前記 透過作用及び前記プリズム光学案子内部での内部反射作 くは、前記プリズム光学索子内部から光線を射出させる 【課題を解決するための手段】上記目的を違成する本発 線を入射させる作用を有するような透過作用を持った第 4面とを有し、前記媒質のd額における屈折率をn゚、

【0014】なお、本発明において、第2面と第3面と

とするとき、

は、別々に設計された面が隣接配置されている構成に限 第2面として作用させ、その面の他の一部の領域面を開 らず、1つの同一面を用いて、その面の一部の領域面を 第3面としても作用するオーパーラップ領域が存在して の際、光梯東に幅があることから、当然第2回としても もよいことは言うまでもない。 3面として作用させるものも含むものである。また、そ

の面を備えた面構成を持つプリズム部材を有すると共 りも大きい (n>1) 単体媒質で埋めた少なくとも3つ 球に導く作用を持った接眼光学系とを有する像観察装置 補正する作用を持った曲面形状に形成され、さらに、前 の観察者側に配置された間によって行われ、かつ、その の少なくとも 1回の反射は前記プリズム部材の単体採買 構成されており、前記少なくとも2回の全反射作用の中 も2回の内部反射は全反射作用による反射となるように つ、その少なくとも3回の内部反射作用の中の少なくと 光線を少なくとも3回内部反射させる作用を有し、か に、前記プリズム部材が前記像形成手段から射出された において、前記接眼光学系が、間を屈折率 (n) が1よ 手段と、前記線形成手段によって形成された像を観察眼 記少なくとも2つの面が前記単体媒質を挟んで外界を観 つの面を通して外界観察を行うことができるように、前 記プリズム哲材の少なくとも3つの国の中少なくとも2 面は前記プリズム部材の内部反射によって生じる収差を 【0015】本発明による1つの像観察装置は、像形成 察するときに発生する盃みを低下させるような対向配置

球に導く作用を持った接眼光学系とを有する健観票装置 第1面と、前紀第1面に対して前記媒質を挟んで対向配 囲まれた間を屈折率 (n) が1よりも大きい (n>1) 合み、前記プリズム部材は、その面構成の中、透過又は 手段と、前記像形成手段によって形成された像を観察眼 単体媒質と前紀第3面とを通して外界を観察することが 面に略近接させるように配置した第4面とからなり、少 の雑部を前記第1面に略隣接させ他方の端部を前記第3 面に略隣接配置された反射作用を有する第3面と、一方 面に対して前記媒質を挟んで対向配置されかつ前記第2 傾いて配置された反射作用を有する第2面と、前配第1 置されかつ観察者視軸に対して少なくとも偏心あるいは 透過作用と反射作用とを有し観察者眼球側に配置された 単体媒質で埋めて構成され、前記4つの光学作用面は、 けられ、かつ、その4つの光学作用面とそれ以外の面で 反射の光学作用を持った光学作用面が少なくとも4つ般 において、前配接職光学系が少なくともプリズム部材を 【0016】本発明のもう1つの像観察装置は、像形成 なくとも前記第3面は全反射作用を有するように前記プ 体媒質と前記第3回とが構成されていることを特徴とす 可能な外界観察作用を有するように前記第1面と前記年 リズム部材が構成されていると共に、前記第1面と前記

がなされていることを特徴とするものである。

観察跟球に導く作用を持った撥眼光学系とを有する像観 像形成手段と、前記像形成手段によって形成された像を 射作用を有する前記第2面又は前記第3面の全反射作用 配置された反射作用を有する第2面と、前記第1面に対 かし観察者視難に対して少なくとも偏心あるいは難いて と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで対向配置され と反射作用とを有し観察者眼球側に配置された第1面 間を屈折率 (n) が1よりも大きい (n>1) 単体媒質 過又は反射の光学作用を持った光学作用面が少なくとも 部材を含み、前記プリズム部材は、その面構成の中、通 黎被固において、 回記接眼光学系な少なへとも アリズム 【0017】本発明のさらにもう1つの偽観察装置は、 も前紀第2面又は前記第3面が全反射作用を有するよう 近接させるように配度した第4面とからなり、少なくと して前記媒質を挟んで対向配置されかつ前記第2回に略 で煙めて構成され、前記4つの光学作用面は、透過作用 4つ扱けられ、かつ、その4つの光学作用面で囲まれた に前記プリズム部材が構成されていると共に、前記全反 を前記第 1 面に略隣接させ他方の雑部を前記第 3 面に略 隣接配置された反射作用を有する第3回と、一方の蟷部 た視線検出手段を配置したことを特徴とするものであ を生じる領域近傍に観察者の視線を検出する作用を持っ

は、別々に設計された面が隣接配置されている構成に限 第3面としても作用するオーパーラップ領域が存在して の際、光線束に幅があることから、当然第2回としても もよいことは言うまでもない。 3面として作用させるものも含むものである。また、そ 第2面として作用させ、その面の他の一部の領域面を第 らず、1つの同一面を用いて、その面の一部の領域面を 【0018】なお、本発明において、第2回と第3回と

は、光学系の設計上の利便性から、特別の記載がない場 する。特に、像観察装置、画像表示装置の説明において する逆光線追跡に基心いて説明を行う。 合、観察者暗位置から画像表示素子に向けて光韻を追踪 察装置、画像表示装置の構成と作用効果について説明を 【0019】以下に、本発明のプリズム光学素子と僚観

反射をすることよって光路が折り畳まれる効果が絶大と 表示素子からの射出角の大きい光、正規の光緯経路では に、その3回の内部反射の中、2回の反射を全反射とす の発生、あるいは、フレアーによるコントラストの低下 射を全反射とすることで不要光の発生によるゴースト偉 ることによって反射コーティングする領域が非常に少な なり、非常に薬型の接眼光学系を実現している。さら を少なくできる。通常、屈折率が1より大きい光学媒関 とに成功している。さらに、3回の反射の中、2回の反 で満たされた内部反射を有する光学系においては、画像 くなり、小型軽量で低コストな接眼光学系を実現するこ (復形成手段)からの光線を接取光学系内で3回の内部 【0020】この僚観察装置においては、画像表示案子

特闘平10-307263

示している。図20(a)の場合、画像表示案子7の左 全反射面であり、反射コーティングされていない場合を 射面である。図20 (a) は反射面102が反射コーテ 反射面又は全反射面、103は観察者側の屈折面又は反 15は観察者眼球、101は入射面、102は外界間の **像表示案子7からの光が入射する部分の拡大図であり、** り大きい媒質によって満たされた偏心アリズム 1 2 の画 102、103によって形成された空間を屈折率が1よ する。 図20は光陰に対して傷心した3つの面101、 舎は正規の画像表示森子7の画像(以下、電子像)以外 入射面101に入射して屈折され、反射コーティングさ 側から射出した射出角の大きな光は偏心アリズム 12の ィングされている場合、図20(b)は反射面102が **【0021】図20を参照にしてこの作用を詳しく説明** は、上方にフレアーが生じることになる。 に観察者の視野の上方に不要な電子像が見えるか、又 適して関察者眼球15に入射される。したがって、観察 れた反射面102において反射され、屈折面103を透 =

れていない反射面102においては臨界角以下の入射角 何から射出した射出角の大きな光は偽心プリズム 1 2の は入射されない。つまり、ゴースト像又はフレアーは発 光は観察者の反対側に透過するため、観察者眼球15に となっているため迸過されてしまう。したがって、この 入射面101に入射して屈折され、反射コーティングさ [0022]図20(b)の場合、画像表示栞子7の左

て上述した効果を得るのが容易となり、観察者にはゴー て臨界角以下になるように設定することによって達成で アーになる可能性のある射出角の光束を全反射面におい 角を有するように設定し、それ以外のゴースト又はフレ の粒子像を観察する光線経路の光束は臨界角以上の入射 射面において同様に生じさせることが可能である。正規 スト値がなく、フレアーによるコントラストの低下の少 きる。また、この全反射国を2面に設定することによっ ない明瞭な観察像を提供することが可能となる。 【0023】以上説明した作用は、この例以外でも全反

接眼光学系を非常に蒋くできる効果に加え、少なくとも れ、そのプリズム部材は屈折卒が1より大きい媒質で満 内部反射を生じせしめるようなプリズム部材にて構成さ 系)として用いることを想定すると、少なくとも3回の 察装置あるいは画像表示装置の接眼光学系(観察光学 たされているため、上述した光路の折り母み効果による 【0024】まず、本発明のプリズム光学菜子は、健康 内部反射が3回以上生じるような构成としたことによる

> 察像を显示することが可能となっている。この点を以下 収急補正の効果が絶大となり、画面の隅々まで明瞭な観

好ましい方向に反射光を設定することが可能である。し 面である第2面で与えられる。この場合、パワーが等し **面)に分けたことより、各面の曲率に依存することなく** て、外界側の反射面を2つの異なる面(第2面及び第3 るため、収差の発生を少なくすることができる。そし イトが必要なものの場合、パックライトや電気系が観察 い屈折系に比べて大きな曲率半径で構成することができ 表示装置全体の突出を最小限に構成できる。 者側に配備されるため、前方に突出することがなく画像 とかできる。特に、画像表示菜子がLCD等のパックラ 画像表示祭子の背面を観察者間に向くように配置するこ たがって、光学系の形状を観察者顔面に沿うようにし、 【0025】上記プリズム光学案子の主なパワーは反射

観察装置あるいは画像表示装置に用いる場合、第2面が で構成されることで、第2面で発生する個心収差を補正 ル方向とのパワーが異なる面、つまり、回転非対称な面 の中、少なくとも1面がタンジェンシャル方向とサジタ 及びコマ収益が発生する。これらの個心収益を補正する 向 (サジタル方向) とのパワーが異なるため、非点収差 向) と視陥を含み領上主光線の光路を含む固と垂直な方 緑の光路を含む面内に沿ろ方向(タンジェンシャル方 る収差が発生している。特に、領上においても領上主光 観察者視論に対して偏心又は傾いているため、 偏心によ が発生する。本発明のプリズム光学祭子においても、像 ためには、プリズム光学索子を构成する少なくとも 4 面 けて配置すると、共軸系では発生しない偏心による収差 【0026】一般に、凹面鏡を光朗に対して偏心又は傾 することができる。

の光路を含む箇内において発生する個心収差をより良好 ジェンシャル方向における自由度が増大し、開上主光幕 察像を投影することができる。一方、その面のタンジェ **像表示案子を配置した場合、接眼光学系を構成している** ることが有効である。観察者視翰(韓上主光線)上に画 ンシャル方向には対称面を持たないようにすると、タン する面とすることで、観察者眼球に対して左右対称な観 少なくとも 1つの面をサジタル方向において対称面を有 【0027】さらに、対称面が1面しかない面で構成す に補圧することが回館となる。

出する領域と内部反射領域をオーバーラップさせること 第1面を全反射とすることで、接眼光学系から光緯の射 ことができる。観察者瞳の直前に配置している面である 構成する場合、第1面の反射が全反射であるようにする ることができ、接眼光学系を小型に構成することを可能 が可能となる。つまり、1つの箇で2つの作用を共有す 【0028】上記の接眼光学系を少なくとも4つの面で

【0029】また、第1面においても上述した全反射面

S

によるゴースト、フレアを低波する効果が得られるた 製作性が向上しより安価な画像表示教屆を実現できる。 * る。さらに、反射コーティングは第2面のみとなるため め、よりクリアーな観察像を提供することが可能とな sin-1 (1/n,) ≤θ-1≤60°

たすことが重要である。下限であるsin゚゚ (1/ n。)以上とすることで、第3回における内部反射角が は第3面において全反射することが可能となる。 臨界角以上になり、画像表示菜子から発した任意の光綺

ると、プリズム光学案子が視角の垂直方向(タンジェン ※ 【0031】また、第3面における反射角が大きいすぎ sin-1 (1/n,) ≤θ, ≤50°

面において(2)式の上限である50。以下に設定され したがって、画像表示索子から発した任意の光線は第3 が個心による収差、特に個心コマ収差の発生が小さい。 あるため、この面における反射角はできるだけ小さい方 を満たすことようにすることが超ましい。 第3回は光柱 ていることが狙ましい。 (QL上主光線) に対して傾くかあるいは個心した曲面で

時間の短点、装置全体の容易なレイアウト等も可能とな 計、製作を容易にすることができる。これにより、加工 するために重要である。少なくとも1つの平面を基準と とも 1 面は平面とすることが安価な画像表示装置を実現 してその他の面を定義できるため、光学系の機械的な魁 り、大幅なコスト削減を実現できる。 【0033】また、プリズム光学素子を构成する少なく

ことが容易であるため、数固全体のレイアウト等も簡易 なくとも 1つの球面を基準としてその他の面を定義する よっても同様の効果を得ることができる。その場合、少 になり、大幅なコスト削減が可能となる。 【0034】また、少なくとも1面を球面にすることに

が 1. 3よりも大きいことが望ましい。 【0035】なお、プリズム光学素子の媒質の屈折率n

系内部に配置して観察光学系を構成することができるこ とは、上記の説明から明らかであろう。 【0036】以上のようなプリズム光学素子を観察光学

用と共に接眼レンズ作用も合わせて持たせることができ る。後者においては、そのプリズム光学菓子に像正立作 せる作用を持った像正立手段内部に配置することもでき し、対物レンズによって形成された物体像を正立正像さ 内部に配置することもできるし、対物レンズ後方に配置 [0037]その場合、プリズム光学素子を対物レンズ

対向配置されるLCD(液晶表示案子)、CRTからな る作用を持った保持部材とを有し、像形成手段から射出 リズム光学案子とその復形成手段を観察者顔面に保持す されるLCDやCRT等からなる像形成手段と、そのア る仭形成手段、あるいは、リレー光学系によってリレー [0038]また、以上のプリズム光学素子の第4回に

* [0030]また、上記のプリム光学素子において、媒 買のd線における屈折卒をn。、第3回における任意の 光緯の内部反射の角度をおいとするとき、

特国平10−307263

を満たすようにすることが望ましい。この(1)式を満 ※シャル方向)に長いものになってしまう。特に、広画角 な画像表示数目の場合は、硝外光線が次に反射する第1 :: (1)

10 て (1) 式の上限である60°以下に設定されているこ て、画像表示桌子から発した任意の光線は第3面におけ 面に到達できない程広がり、実現不能になる。したがっ

[0032] さらに ...(2)

表示装置として本発明のプリズム光学桌子を用いること に入射して、第3面で反射され、第1面で反射され、 した光束が、プリズム光学索子内部の光路順に、第4面 2面で反射され、第1面より射出される頭部装岩型画像

的な面の数を 1 面減少させることができるため、光学級 を同一面にて敷用させることができる。その場合、物理 ーラップさせるようにすれば、プリズム部材の小型化が **兼用させ、かつ、光束が内部反射する領域を一部オーバ** 計上、及び、プリズムの生産上、工程が簡略化でき、量 [0039]なお、本発明において、第2回と第3回と 1つの面に第2面作用と第3面作用とを併せ持つように **歯右払びに直站の角数に始みたるる。からに、物質的に**

眼球に導く作用を持った撥眼光学系とを有する像観察数 成手段と、前記線形成手段によって形成された像を間隔 間において、前記接眼光学系が、固を屈折卒(n)が1 の観察者側に配置された間によって行われ、かつ、その の少なくとも 1回の反射は前記プリズム部材の単体媒質 ᄸ成されており、前記少なくとも2回の全反射作用の中 も2回の内部反射は全反射作用による反射となるように つ、その少なくとも3回の内部反射作用の中の少なくと 光線を少なくとも3回内部反射させる作用を有し、か に、前記プリズム部材が前記像形成手段から射出された つの面を備えた面槨成を持つプリズム部材を有すると共 よりも大きい(n>1)甲体煤口で埋めた少なくとも3 **紀プリズム哲材の少なくとも3つの国の中少なくとも2** 補正する作用を持った曲面形状に形成され、さらに、 固は前記プリズム部材の内部反射によって生じる収益を 【0040】また、本発明の1つの俊観察装屆は、俊形 記少なくとも 2 つの固が前記中体媒質を挟んで外界を問 察するときに発生する強みを低下させるような対向配回 つの面を通して外界観察を行うことができるように、 がなされていることを特徴とするものである。

と第1面3を通過する外界光は観察者眼球15に到過す 固であり反射コーティングをしていないため、第3面5 【0041】本発明の微鏡原数回は、第3面5は全反射

RT等の画像表示繋子(リレー光学系によってリレーさ れるものは予定していない。) であり、第2回は曲面に ては、第4面に像形成画面を対向配置させたLCD、C て形成されていることが望ましい。 【0042】この像形成装置において、像形成手段とし 表示教師としてのアプリケーションの極が広がることと 画像表示装置を提供することができる。そのため、画像 認識できるため、危険防止と緊急時に対応できる安全な

復表示素子と接眼光学系を観察者眼球前方に保持する作 素子から射出した光束が、第4面から入射し、その入射 用を持った保持部材を設け、プリズム部材が、画像表示 が第1箇から射出されるように構成することにより頭部 され、その反射光束が第2面で反射され、その反射光束 光束が第3面で反射され、その反射光束が第1面で反射 【0043】また、このような像形成装置において、画 接着型画像表示装置として構成することができる。

固定したものとすることができ、その場合、下記の図7 び外界像の観察時の何れの観察においても、同じ位置に ム部材が、像形成手段によって形成された像の観察時及 て、部分領域別に像形成手段からの像と外界像を観察司 を用いて説明するように、第1面と前記第3面を通し、 [0044]また、以上の偉観察装置において、プリズ 能であることが望ましい。

替手段を設け、その切替手段によりプリズム部材を移動 て形成された像の観察と外界像の観察とを切り替える切 させるようにしてもよい。 【0045】また、プリズム部材に、像形成手段によっ

像を観察できるので、画像表示教置を教着したまま観察 動することによって、観察者はまっすぐ正面を向いた場 全反射している第3面が観察者視軸付近になるように移 配置してある第1面と、外界側に配置し主光線の一部が 者の眼の前の外界を確認することができるため、安全性 合の視軸の周辺、つまり、視野の中心付近において外界 【0046】すなわち、接眼光学系の観察者眼球直前に

を確保した画像表示装置を実現できる。 【0047】また、電子像を表示したままであれば、接

像と電子像を切り替えながら確認することができるの **眼光学系を移動したり戻したりすることによって、外界** た、アプリケーションの概が広がることとなる。 [0048] この場合、切替手段は、前記像形成手段に

ş

図7は光観に対して傷心した4つの図3、4、5、6に

よって形成された像を観察する際のプリズム部材から観 察者眼球に到る光路が、外界像を観察観察する際のブリ ズム部材から観察者眼球に到る光路と略一致するように ブリズム部材を移動させることが望ましい。

動が直線的になるため、移動機構、装置全体のレイアウ 光路を含む面に沿った方向に移動するようにすると、 トが容易となり、安価な画像表示装置を実現できる。 【0049】また、プリズム部材の移動が輸上主光線の 【0050】また、プリズム部材の移動が視軸に垂直方

向への移動可能であると、装置全体のレイアウトや移動 機構が容易であるのは言うまでもなく、接眼光学系の移 コンパクトな画像表示装置を提供できる。 動後も観察者前面への突出量は変わらないので、小型で

も高まり、装置のレイアウトも簡単な構成で実現でき うにすることで、同眼で外界を確認可能なため、安全性 機構自体は安価になり、さらに、左右同時に回動するよ 移動することで外界を観察することが可能であるため、 プリズム部材が容易な回動機構によってプリズム部材を 【0051】また、プリズム部材が回動可能であると、

ម 面は、透過作用と反射作用とを有し観察者眼球側に配置 の面で囲まれた間を屈折率(n)が1よりも大きい(n 部材を含み、前記プリズム部材は、その面構成の中、透 察装置において、前配接眼光学系が少なくともプリズム 像形成手段と、前記像形成手段によって形成された像を 観察眼球に導く作用を持った接眼光学系とを有する像観 された第1面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで >1)単体媒質で埋めて構成され、前記4つの光学作用 4つ般けられ、かつ、その4つの光学作用面とそれ以外 過又は反射の光学作用を持った光学作用面が少なくとも 面と前記単体媒質と前記第3面とを通して外界を観察す に前記プリズム部材が構成されていると共に、前記第1 なり、少なくとも前記第3面は全反射作用を有するよう 前記第3面に略近接させるように配置した第4面とから と、一方の端部を前記第1面に略隣接させ他方の端部を 記第2面に略隣接配置された反射作用を有する第3面 記第1面に対して前記媒質を挟んで対向配置されかつ前 るいは傾いて配置された反射作用を有する第2面と、前 対向配置されかつ観察者視軸に対して少なくとも偏心あ [0052]また、本発明のもう1つの偉鼠察装置は、 学作用面以外の面とは、光学作用のないプリズム側面や 特徴とするものである。なお、上記において、4つの光 と前記単体媒質と前記第3面とが構成されていることを ることが可能な外界観察作用を有するように前記第1面 カット面を意味する。

聞してある面を通して外界を観察可能なように構成され 球直前に配置してある面と前記接眼光学系の外界側に配 ている。図7を用いてこの作用効果について説明する。 【0053】これらの像観察装置においては、観察者眼

中、1は観察者の瞳、2は観察者視眈、3は接眼光学深 って満たされた偏心プリズム12の断面図であり、図 よって形成された空間を屈折率が1より大きい媒質によ 球、16は光学フィルターであり、実際の画像表示素子 12の第1面、4は第2面、5は第3面、6は第4面、 接眼光学系12の第4箇6に入射し、第3面5で全反射 7は画像表示菓子、12が接眼光学系、15は観察者邸 7からの光線経路は、画像表示索子7を発した光線が、

外界を観察可能となる。このように、観察者が外界像と 面であり反射コーティングをしていないため、第3面5 者が観察者視界の中で、上側領域で外界を観察し、下側 位子俊を部分領域別に観察できることは、例えば、観察 る。 したがって、 粒子像の観察範囲 $oldsymbol{eta}$ と異なる範囲 $oldsymbol{lpha}$ で と第1面3を透過する外界光は観察者眼球15に到達す 者が部分的にそれぞれを観察できればどのような方向、 る。ただし、この部分領域別とは、上下、左右等、観察 領域で電子像を同時に観察することができることであ 【0054】本発明の**俊観察装置は、第**3面5は全反射 15に画像を投影している。

表示装置としてのアプリケーションの幅が広がることと 画像表示装置を提供することができる。そのため、画像 認識できるため、危険防止と緊急時に対応できる安全な ることで、観察者が画像表示装置を装着したまま外界を 領域に分かれていても構わない。このような機能を備え [0055]この像形成装置において、像形成手段とし

れるものは予定していない。)であり、第2回は曲面に RT等の画像表示数子(リレー光学系によってリレーさ ては、第4面に像形成画面を対向配置させたCLD、C て形成されていることが望ましい。

用を持った保持部材を設け、プリズム部材が、画像表示 * **俊衷示霖子と接眼光学系を観察者眼球前方に保持する作** 【0056】また、このような像形成装置において、画

件を満たすことによって、外界光が偏心プリズムを透過 パワーø(1(xz)それぞれに対応する。(3) 式の条 含む面内のパワーφ., (y z) とその面に垂直な面内の を満たすことが望ましい。ただし、ゆいは軸上主光線を より自然な外界を観察できる。 する場合の倍率が 1 近傍に設定することができるため、 $-0.5 \le \phi_{11} \le 0.5 \quad (1/mm)$

て、部分領域別に像形成手段からの像と外界像を観察司 固定したものとすることができ、その場合、上記で図7 び外界像の観察時の何れの観察においても、同じ位置に ム部材が、健形成手段によって形成された傑の観察時及 能であることが望ましい。 を用いて説明したように、第1面と前記第3面を通し 【0060】また、以上の偉観繁装図において、ブリズ

[0061]また、プリズム部材に、像形成手段によっ

特関平10-307263

*素子から射出した光束が、第4面から入射し、その入射 **抜党型画像表示装留として構成することができる。** が第1面から射出されるように構成することにより顕簡 され、その反射光束が第2面で反射され、その反射光束 光束が第3面で反射され、その反射光束が第1面で反射

望ましい。外界光に対する2つの面の合成パワーが略せ 所における合成パワーが略せ口であるようにすることが と略同等となり、より自然な外界を観察することができ 口であると、外界像の観察する状態が視眼で観察するの してある固は、外界光に対して向記2つの面の任意の場 眼球直前に配置してある面と接眼光学系の外界側に配置 る。したがって、危険的止や緊急時には外界を的資に認 [0057]また、上記の像形成装置において、収集者 提供することができる。 魏することができるため、非常に安全な画像表示装置を

し、第1面3で全反射し、第2面4で反射され、再び第

1 面を通過して観察者の瞳 1 を射出瞳として観察者眼球

眼球直前に配置してある屈折面を透過して観察者瞳に投 た、観察者眼球直前に配置してある第1面と接眼光学系 いてより自然な外界像を観察することが容易になる。ま 影される。ここで、この2つの固が非球菌ではなく球菌 された内部反射面の中、全反射している領域と、観察者 が外界を観察するとき、外界からの光緯は外界側に配置 固、あるいは、平面にて形成することができる。 観察者 外界を観察することになるため、非常に自然な外界像を はパワーがないので自然な外界を観察できる。さらに、 の外界側に配置してある第3面が平面であると、各面に とすることが、各国の曲率の変化がないため、軸外にお [0058]この場合、第1回と第3回とが曲風、球 観察することが可能となる。 平行に配備されている場合には、単に透明の板を通して その2つの面が観察者視軸に対して垂直であり、互いに

てある面との任意の場所における合成パワーをゆいとす 球直前に配置してある面と接眼光学系の外界側に配置し 【0059】これらにおいて、外界光に対する観察者眼

て形成された偉の観察と外界像の観察とを切り替える切 させるようにしてもよい。 督手段を設け、その切替手段によりプリズム部材を移動

...(3)

5 配置してある第1面と、外界側に配置し主光線の一部が 【0062】すなわち、接眼光学系の観察者眼球直前に 全反射している第3面が観察者視論付近になるように移 **像を観察できるので、画像表示装置を装着したまま観察** 合の規劃の周辺、つまり、視野の中心付近において外界 動することによって、観察者はまっすぐ正面を向いた場 者の眼の前の外界を確認することができるため、 を確保した画像表示教室を実現できる。

5 像と低子像を切り替えながら確認することができるの 田光学系を移動したり戻したりすることによって、外界 [0063]また、電子像を表示したままであれば、投

面の合成パワーが略せ口であると、より自然な外界を観 * ことが望ましい。観察者は、外界光に対するその2つの 対して2つの面の合成パワーが略せ口であるようにする 面と接眼光学系の外界側に配置してある面は、外界光に 【0064】この場合、観察者眼球直前に配置してある -0.5 ≤ø11≤0.5 (1/mm)

件を満たすことによって、外界光が偏心アリズムを透過 パワー ø、; (x z) それぞれに対応する。 (4) 式の条 含む面内のパワーφ,, (ソ2)とその面に垂直な面内の より自然な外界を観察できる。 する場合の倍率を 1 近傍に設定することができるため、 を満たすことが望ましい。ただし、ゆいは龍上主光線を

プリズム部材を移動させることが望ましい。 ズム部材から観察者眼球に到る光路と略一致するように 察者眼球に到る光路が、外界像を観察観察する際のブリ よって形成された像を観察する際のプリズム部材から観 【0066】この場合、切替手段は、前記像形成手段に

向への移動可能であると、装置全体のレイアウトや移動 動が直線的になるため、移動機構、装置全体のレイアウ 光路を含む面に沿った方向に移動するようにすると、移 機構が容易であるのは言うまでもなく、 接眼光学系の移 トが容易となり、安価な画像表示装置を実現できる。 動後も観察者前面への突出量は変わらないので、小型で 【0068】また、プリズム部材の移動が視軸に垂直方 [0067]また、プリズム部材の移動が輸上主光線の

も高まり、数国のレイアウトも簡単な構成で実現でき うにすることで、両眼で外界を確認可能なため、安全的 機構自体は安価になり、さらに、左右同時に回動するよ 移動することで外界を観察することが可能であるため、 **プリズム部材が容易な回動機構によってプリズム部材を** 【0069】また、プリズム部材が回動可能であると、

の面で囲まれた間を屈折率(n)が1よりも大きい(n 過又は反射の光学作用を持った光学作用面が少なくとも 部材を含み、前記プリズム部材は、その面構成の中、透 察装置において、前記接眼光学系が少なくともプリズム 観察眼球に導く作用を持った接眼光学系とを有する像鏡 像形成手段と、前記像形成手段によって形成された像を された第1面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで 面は、透過作用と反射作用とを有し観察者眼球側に配置 >1)単体媒質で埋めて構成され、前記4つの光学作用 4つ扱けられ、かつ、その4つの光学作用面とそれ以外 記第2面に略隣接配置された反射作用を有する第3面 記第1面に対して前記媒質を挟んで対向配置されかつ前 るいは傾いて配置された反射作用を有する第2面と、前 対向配置されかし観察者視載に対した少なへとも聞らめ [0070] 本発明のさらにもう1つの億額緊接関は 一方の始部を前記第1面に略隣接させ他方の始部を

> *祭でき、危険防止や緊急時に適切に対応でき、非常に安 全な画像表示被图を提供することができる。

配置してある面と接眼光学系の外界側に配置してある面 との任意の場所における合成パワーをゆいとする場合い 【0065】そして、外界光に対する観察者眼球直前に

... (4)

用を有するように前記プリズム部材が構成されていると なり、少なくとも前紀第2面又は前紀第3面が全反射作 前記第3面に略近接させるように配置した第4面とから 面とは、光学作用のないブリズム傾面やカット面を意味 するものである。この場合も、4つの光学作用面以外の する作用を持った視線検出手段を配置したことを特徴と 面の全反射作用を生じる領域近傍に観察者の規模を検出 共に、前記全反射作用を有する前記第2面又は前記第3

することが可能となっている。ここで、規模使出につい を光学系近傍に配置することより、観察者の視線を検出 6によって形成された空間を屈折率が1より大きい媒質 た、図6は光軸に対して偏心した4つの面3、4、5、 3、4、5、6によって形成された空間を屈折率が1よ の断面図、図5 (b)は光軸に対して偏心した4つの面 心プリズム12と画像表示案子7からなる画像表示装置 空間を屈折率が1より大きい媒質によって満たされた傷 対して偏心した3つの面3、4、6によって形成された て、図5、図6を用いて説明する。図5 (a)は光軸に して構成する場合の作用効果を説明する。視鏡検出手段 からなるもう1つの画像表示装置の断面図であり、図 によって満たされた偏心プリズム12と画像表示素子? 偉妻示案子7からなる画像表示装置の断面図であり、ま り大きい媒質によって満たされた傷心プリズム12と画 【0071】以下に、この像観察装置を画像表示装置と 出器、11は照明手段、12が接眼光学系、15は観察 7は画像表示素子、9は視線検出光学系、10は視線検 12の第1面、4は第2面、5は第3面、6は第4面、 1は観察者の瞳、2は観察者視軸、3は接眼光学系

コンパクトな画像表示装置を提供できる。

出手段9、10を配置した図である。この場合、観察者 瞪1の像は、観察者瞳1の直前に配置した第1面3と、 れており、祝韓検出手段9、10に観察者職1の像を導 いる第2面4は、反射面なので反射コーティングが施さ 要がある。しかし、接職光学系12の外界側に配置して 2面4とを透過して視線検出手段9、10に入射する必 接眼光学系 1 2の外界側に配置してある反射面である第 ズムを挟んで観察者題球15と対向する外界側に視線検 [0072] 図5 (a) は、接眼光学系12の偏心ブリ 響を与えることになる。 くためには、反射面に反射コーティングしない部分NC (コーティング穴) が必要であり、観察する画像に悪影

【0073】図5(b)、図6に本発明の像観察装置で

ö

置してある反射面である第3面5か一部全反射するよう ある画像表示装置を示す。接眼光学系12の外界側に陸 影響を与えるコーティング穴を作成することなく、視鏡 たがって、接頭光学系12の反射面に位子像の観察に悪 親寡者瞳1の直前に配置した第1面3と接眼光学系の外 グなしであっても画像表示素子7からの光を反射するた に設定されている。その全反射部分は、反射コーティン 線検出手段9、10によって検出することができる。し 界側に配置してある第3面5の全反射部分を透過して視 め反射コーティングが不要になり、観察者瞳 1の偉は、

の視線を検出する位置に配置されていることが望まし 段は、第2面又は第3面の全反射領域を通過して観察者 作用を有することが望ましい。その場合に、視線検出手 [0074] この場合、偏心プリズムの第1面は全反射

の正確な視線が検出可能である。また、照明手段は接眼 することが望ましい。この画像表示装置は、観察者眼球 することなく観察者瞳を照明することができるまた、照 照明光を接眼光学系 12の反射面の全反射部分を透過す て配置することができる。さらに、照明手段11からの 12の外界側に配置すると、観察者側面との干渉を避け がら、図5 (b)のように、照明手段11を接眼光学系 備されると、眼鏡等に干渉する危惧が生じる。しかしな 光学系の外界側に配備されていることが超ましい。図5 を照明することより明るい像を検出できるため、観察者 弱な虚像を取り込んで画像解析する必要のある視線検出 によって照明されていることになる。角膜反射法等の微 明手段は赤外光を用いるものであることが望ましい。 電 【0075】また、観察者眼球を照明する照明手段を有 像表示素子はLCD等であり、放射する光は可視域の波 子の光束による反射像を抹除する必要がある。通常、画 手段においては、刻々と照射光量の変化する画像表示媒 子像を観察することは、即観察者瞳が画像表示祭子の光 るように配償することによって、コーティング穴を作成 (a)のように、観察者顔面と接眼光学系12の間の配 とで、画像表示索子からの光による影響を低減すること 長帯である。したがって、照明手段に赤外光を用いるこ

った保持部材を設けて頭部装着型画像表示装置とするこ 手段と視線検出手段とを観察者顔面に保持する作用を持 【0076】そして、この場合も、接眼光学系と像形成

年段と接眼光学系を観察者頭部に対して位置決めする位 置決め手段を有するようにすることができる。 [0077]また、以上の復観察装置において、像形成

も2組を一定の間隔で支持する支持手段を設けて両眼で 立体優等を観察可能にすることができる。 【0078】さらに、このような偉観察装匠の少なくと

[0079]次に、本発明による画像表示装置は、画像

表示素子と、前記画像表示素子により形成された画像を

いた曲面で構成された偏心プリズムと、前記第2回の外 虚像として観察できるように導く接眼光学系とを有する で発生する偏心による収益の補正作用を有する収益補正 側に配偽され、外界光に対して前記第1面と前記第2面 面で形成される空間を屈折率が1より大きい媒質で満た 画像表示装置において、前記接風光学系は少なくとも2 とも 1面が、観察者視離に対して偏心するかあるいは傾 しており、観察者眼球直前に位置している第1回と、前 手段とを含んだ構成を有することを特徴とするものであ 紀第1面に対向した反射面である第2面のうち、少なく

ようなフレネルレンズ等の収益補正手段を配置すること である第2面を介して外界像を観察する場合、この2面 直前に位置している第1面と、第1面に対向した反射面 ので、装置を大きくすることなく小型な画像表示装置を なる。さらに、フレネルレンズは非常に薄い光学祭子な る。そこで、第2面の外界側に偏ったパワーを打ち消す 傾いた面であるため、光軸に非対称な偏ったパワーを有 の中少なくとも 1 面は観察者視軸に対して偏心あるいは より、観察者はより自然な外界を観察することが可能と するレンズを通して外界を観察しているのと同様にな [0080]この画像表示装置においては、観察者眼球

回折光学祭子、ホログラフィック光学祭子等に置き換え 上述した効果が得られるならば他の光学素子、例えば、 【0082】なお、フレネルレンズを用いる場合、フレ

提供できる。

【0081】また、本発明において、フレネルレンズは

ネルレンズの論帯の中心が、前記画段表示数子からの軸 対称のパワーを有するフレネルレンズを輸上主光線の光 形状であれば、製作性に優れ、コストも低くできる。動 心していることが望ましい。 フレネルレンズは動対称の 上主光緯の光路を含む箇内にあり、フレネルレンズが輸 る個心による収塑をより良好に補正することが可能にな ことによって、外界光に対して第1回と第2回で発生す 路を含む面内において視難に対し偏心させて配偏させる 上主光線の光路を含む面内において規範に対し垂直に偏

5 5 【0083】また、フレネルレンズの輪帯の中心が、前 **思光学ポソフトボラフン人の間の公間が減り、無数のな** ンズが視難に対して傾いて配置され、その傾き方向が陥 記軸上主光線の光路を含む面上にあり、前記フレネルレ 定することが可能となり、外界光に対して第1面と第2 **聞することは、観察者視慮に対して傾いて配置すること** 面で発生する個心による収益をより良好に補正すること となる。したがって、光動に非対称な偏ったパワーに設 よい。フレネルレンズを第2回の固形状に沿つように配 2面の面形状に沿うような方向に配置するようにしても が可能になる。さらに、観察者に対しての突出量や、

特関平10-307263

Ξ

い非常にコンパクトな画像表示装置を提供することがで

虚像として観察できるように導く接眼光学系とを有する **表示素子と、前記画像表示案子により形成された画像を** 射する屈折面とからなり、その中の少なくとも 1面が 反射面に対向し前記接眼光学系の外界側に配置された外 位置している屈折及び内部反射面と、前記屈折及び内部 たしており、前記少なくとも3箇は、観察者眼球直前に 3面で形成される空間を屈折率が1より大きい媒質で満 画像表示装置において、前記接眼光学系は、少なくとも 合、外界光に対して前記2面で発生するパワーを打ち消 前記観察者眼球直前に位置している屈折及び内部反射面 少なくとも3回の内部反射をしている偏心プリズムと、 観察者視論に対して偏心あるいは傾いた面で構成され 界側内部反射面と、前記画像表示菜子の発する光束を入 **素子は前記外界側内部反射面の外界側に配置されている** す作用を有する第2光学素子とからなり、前記第2光学 と前記外界側内部反射面とを介して外界を観察する場 【0084】本発明のもろ1つの画像形成装置は、画像 ことを特徴とするものである。

> 対応ができ、非常に安全な画像表示装置を提供すること ことができる。これにより、危険防止と緊急時の適切な

有する第2光学素子を接眼光学系の外界側に配置するこ て上記の2面で発生する偏ったパワーを打ち消す作用を を観察しているのと同様になる。そこで、外界光に対し よって異なる偏ったパワーを有するレンズを通して外界 軸に対して偏心あるいは傾いた面であるため、各像高に 観察する場合、この2面の中少なくとも1面は観察者視 第1面に対向した反射面である第2面を介して外界像を とより、観察者はより自然で広範囲な外界像を観察する ことができる。したがって、危険防止と緊急時対応がで き、安全な画像表示装置を提供することができる。 【0085】観察者眼球直前に位置している第1面と、

像表示索子に最も近接している屈折面である第4面で枠 ある第1面、第1面に対向した反射面である第2面、第 面は、観察者眼球側に位置している屈折面かつ反射面で る空間を屈折率が1より大きい煤質で潰たされ、その4 配置することで、接眼光学系全体は大型化せずに付加機 み届ったパワーを打ち消す作用を有する第2光学案子を 82歳する。その場合、第2面を網羅する領域においての 場合、第1面と第2面を透過した外界光によって外界を もよい。接眼光学系がこのように4回で構成されている かあるいは傾いた面を含む偏心プリズムからなっていて 成され、少なくとも1面が観察者視軸に対して偏心する 1面に対向し第2面に隣接した反射面である第3面、画 【0086】この場合、接眼光学系は、4面で形成され 能を実現することが可能となる。

観察できるように、少なくとも1つの第2光学寮子を第 しくは、第1面と第3面と第2光学素子を介して外界を 2面又は第3面の外界側に配置することが望ましい。第 [0087]また、第1面と第2面と第2光学素子、若 2面の外界側に偏ったパワーを打ち消す作用を有する第

> る。また、同様に、第3面の外界側に偏ったパワーを打 略同じ領域において自然な外界像を観察することができ 2光学菜子を配備することで、電子像を観察する領域と 界観察画角が広がり、自然で広範囲な外界像を観察する 面及び第1面と第3面を透過する外界像を全て観察する 面の外界側に配置することより、観察者は第1面と第2 子像とは異なる領域においても自然な外界を観察でき ち消す作用を有する第2光学素子を配置することより電 ことができる。したがって、電子像の観察画角よりも外 る。さらに、2つの第2光学素子を同時に第2面と第3

第2光学素子は同時にそれぞれの合成パワーを打ち消す それぞれの合成パワーを同時に打ち消す作用を有する第 合成パワーを同時に打ち消す作用を有することが望まし ので、外界像に切れ目が入らずより自然に観察ができ 界側に配置することで広範囲の外界を観察できる。この い。外界光に対する第1回と第2回、第1回と第3回の き、安全性もいっそう高まった画像表示装置を提供する 概でき、コスト的にも安価で危険的止と緊急原対応がで る。したがって、1個の光学素子で広い範囲の外界を認 2 光学栞子を1つの光学栞子で構成し、接眼光学系の外 1面と第2面、若しくは、第1面と第3面のそれぞれの 【0088】また、第2光学祭子は、外界光に対する第

光学系を観察者頭部に対して位置決めする位置決め手段 を有するようにすることができる。画像表示栞子と接眼 光学系を観察者頭部に対して位置決めする位置決め手段 ことが可能となる。 を有することより、観察者は安定した電子像を観察する 【0089】また、以上において、画像表示案子と接取

ម

着できるようにすることができる。画像表示素子と接眼 頭部に対して支持する支持手段を有し、観察者頭部に装 者は自由な観察姿勢や、観察方向で電子像を観察するこ 光学系を観察者頭部に対して支持する支持手段を有し、 観察者頭部に接着できるようにしたことによって、観察 とが可能となる。 【0090】また、画像表示素子と接眼光学系を観察者

察することが可能となる。また、左右の電子像に視覚を **手段を有することによって、観察者は左右両眼で楽に観** もできる。少なくとも2組を一定の間隔で支持する支持 一定の間隔で支持する支持手段を有するようにすること って立体像を楽しむことが可能となる。 与えた画像を表示し、両眼でそれらを観察することによ 【0091】さらに、画像表示装置の少なくとも2組を

を結復させるように構成することで、図24に示すよう 光学系における画像表示面を像面として、無限遠の物体 学系を結像光学系として用いることが可能である。 接眼 【0092】また、以上の画像表示装置における接眼光

ä

なカメラのファインダー光学系等の結像光学系として利

用することが回館である。

計上、及び、プリズムの生産上、工程が簡略化でき、量 的な面の数を1面減少させることができるため、光学数 を同一面にて兼用させることができる。その場合、物理 兼用させ、かつ、光束が内部反射する領域を一部オーバ 鹿杵並びに価格の低減に発与たきる。さらに、物理的に [0093]なお、本発明において、第2面と第3面と ーラップさせるようにすれば、プリズム部材の小型化が 1つの面に第2面作用と第3面作用とを併せ持つように

例の構成パラメータにおいては、代表的に図1に示すよ の進む方向を2軸方向、この2軸に直交し射出瞳 1 中心 心(原点)とを通る光線で定義し、射出瞳1から光軸2 **衆子7方向をY軸の正方向、そして、これら乙軌、Y軸** 面内の方向をY軸方向、2軸、Y軸に直交し射出瞳1中 を通り、光線が接眼光学系12によって折り曲げられる 图の実施例1~17について説明する。後述する各実施 て、画像表示菜子7朗を像面側とした逆光線追跡により 光線追跡は接眼光学系12の射出曜1の側を物体側とし と右手系を構成する方向をX軸の正方向とする。なお、 12に向かう方向を2軸の正方向、光軸2から画像表示 心を通る方向をX軸方向とし、射出瞳 1 から接眼光学系 て、光軸2を画像表示案子7の表示中心と射出職1の中 うに、接眼光学系12の射出瞳1を光学系の原点とし 【発明の実施の形態】以下に、本発明による画像表示数

の中心軸の乙軸に対する傾き角を表している。なお、傾 である射出隘 1からのY方向、2方向へのずれ量及び値 ない限り(実施例6、9には記載あり)、光学系の原点 れている面については、構成パラメータ中に特に記載の を特に記載している場合は、その基準間の箇項からの同 き角は反時計回りの方向を正としている。また、基準面 様のずれ量及び傾き角を表している。 [0095] そして、偏心量Y、Z、傾き量のが記載さ

部分の面間隔については間隔として示してある。その 他、球面の曲率半径、煤質の屈折率、アッペ数を慣用法 に従って示してある。 [0096]また、後述する構成パラメータ中に、同

の実施例1~4、5~17の画像表示装置の光軸を含む 偏心プリズム12からなる。各図中、1は観察者の職 に対して偏心した3つの面3、4、6によって形成され 12からなり、また、図17の実施例においては、光軸 率が1より大きい媒質によって満たされた偏心プリズム 4つの面3、4、5、6によって形成された空間を屈折 5~図16の実施例においては、光軸に対して偏心した 断面図であり、図1~図4、図5 (b)~図11、図1 [0097]図1~図4、図5 (b) ~図17は本発明 た空間を屈折率が1より大きい媒質によって満たされた

2面、5は第3面、6は第4面、7は画像表示素子、8 2は観察者視解、3は接眼光学系12の第1面、4は第

特国平10-307263

15~図16の実施例においては、画像表示素子7の電 はフレネルレンズ、9は投獄検出光学系、10は投獄校 際の光線経路は、図1~図4、図5 (b) ~図11、図 たガイド(レール)であり、位子像を飼験する場合の尖 ム)、13、14は第2光学案子、15は観察者眼球、 出路、11は原明手段、12は接眼光学系(偏心アリス 光学菓子に設けられた突出部、19は外装部に設けられ で観察者瞳1側に反射をし、第1面3を透過して観察者 隣接する第3面5で観察者曜1億に反射し、観察者曜1 7と対面している屈折面である第4面6に入射し、観察 子俊から発した光線は、接甌光学系12の画像表示案子 16は光学フィルター、17はリニアモーター、18は の虹彩位置又は眼球の回旋中心を射出瞳 1 として観察者 4、5の中、観察者職1の直倒に配置している第2面4 る方向に反射し、観察者飯間の反対側に位置する2面 の直前に配置している第1回3で観察者曜1から遠ざか 杏飯面の反対関に位置する2面4、5の中、第4面6に

の眼球15内に投影される。また、図17の実施例17 心を射出職1として観察者の眼球15内に投影される。 第1面3を透過して観察者の虹彩位置又は眼球の回旋中 但する第3面5を兼用した第2面4の第4面6に隣接す 折面である第4面6に入射し、観察者顔面の反対側に位 は、接眼光学系12の画像表示素子7と対面している屈 においては、画像表示菜子7の粒子像から発した光線 射した光線が観察者職1の直前に配置してある第1面3 4の第4面6から遠い領域で観察者瞳1側に反射をし、 かる方向に反射し、観察者飯面の反対側に位置し第2面 る領域(第3面5)で観察者職1側に反射し、観察者職 反射部分は、反射コーティングなしであっても画像表示 出手段を有する本発明の画像表示装置の実施例である。 1の直前に配置している第1面3で観察者瞳1から遠ざ に入射し、観察者顔面の反対側に位置する第3面5の少 第1面3を透過して観察者眼球15を照明し、そこで反 になり、また、視線検出する場合の実際の光緯経路は、 3面5か一部全反射するように設定されている。その全 接眼光学系 12の外界側に配置してある反射面である第 出器10を用いても当然よい。さらに、照明手段11の 用光学系9により視線検出器10に導かれ、観察者瞠1 なくとも一部の全反射している領域を迸過して規模快出 光源11からの照明光は、接眼光学系12の第3回5と **索子7からの光を反射するため反射コーティングが不要** [0098] 図5 (b)、図6に示したものは、規模検 減するため、赤外光の照明11や、赤外光を検出する検 の資を形成する。ここで、電子資等の光による影響を保

ö に対して偏心した3つの面3、4、6からなる接眼光学 [0099]また、図18は、実施例17のように光軸

きれば何れの場所でも描わない。

位置は、図示した場所以外でも観察者眼球15か照明で

って電子像と外界像を同時に観察することが可能な本発 は、図5 (b)、図6と同様であるので説明は省く。 0、光源11からなる同様な視線検出手段を設けた場合 系12の場合に、視線検出用光学系9、視線検出器1 合の実際の光線経路は、外界の物点からの光線が第3回 明の画像表示装置の実施例である。外界像を観察する場 の断面図である。視線検出する場合の実際の光線経路 と月との間で移動可能にすることで、電子像、外界像の た、減光フィルターあるいは光学素子 1 6 を観察範囲α は片方を観察しやすいようにすることも可能である。ま 置することより、観察者が電子像、外界像の両方あるい 量を関節する減光フィルター若しくは光学素子16を配 技影される。さらに、第3回5の外界側に、外界光の光 又は眼球の回旋中心を射出幅 1 として観察者の眼球内に 5から入射し、第1面3を透過して、観察者の虹彩位置 【0100】図7に示したものは、接眼光学系12によ

=

は、図8 (a)の電子像観察位置から接眼光学系12を の電子像観察位置から接眼光学系 1 2 を観察者瞳 1 に対 観察者職に対して負のY方向に移動することより、図8 る本発明の別の画像表示装置の実施例である。図8で 2を移動することによって外界像を観察することができ 何れかの光量を調整するようにすることができる。 第1面3を通過して観察者の虹彩位置又は眼球の回旋中 通して観察者の視離方向で外界を観察することが可能と 心を射出職1として観察者の眼球内に投影される。さら なる。外界の物点からの光線は、第3面5から入射し、 観察位置となる。したがって、何れも接眼光学系12を [0101] 図8、図9に示したものは、接眼光学系1 異なるので如何なる方向でも構わない。 方向は、接眼光学系12の配置の仕方や移動方向により 軸2より下の領域で観察できる。ここで、四子俊の観察 に、図8(b)において、観察者は、電子像を観察者視 して時計風りに回転することより、図9(b)の外界像 (b)の外界優観察位置となり、図9では、図9(a)

図9 (c) の場合はガイド (レール) 19が円畳である 8 (c) の場合はガイド (レール) 19が直接であり、 たガイド (レール) 19に沿って移動させればよい。図 ーター17により、接眼光学系12を外抜部に設けられ も、光学素子に扱けられた突出部18を介してリニアモ 光学系 1 2 の移動機構の例を示してある。 何れの場合 ので、それぞれ直緯移動と回転が行われる。 [0102]なお、図8 (c)、図9 (c)には、接眼

に対して個心した3つの回3、4、6からなる接眼光学 移動することより外界像観察位置となる例を示してあ **費から接職光学系12を観察者瞳に対して食のY方向に** 系12の場合に、図8の実施例と同様に、電子像観察位 **観察する光路中に収差袖正手段であるフレネルレンズ8** る。その作用は図8と同様であるので、説明は省へ。 [0103]なお、図19に、実施例17のように光線 【0 1 0 4】図1 0∼図1 4に示したものは、外界像を

> の光線は、フレネルレンズ8を透過して第2面4より偏 **復を観察する場合の実際の光線経路は、外界の物点から** を配置する本発明の画像表示装置の実施例である。外界 ご確成したも確むない。 界を観察しないときは上下移動や回転移動等の移動機構 を観察する場合に所定の位置に配置してあればよく、外 によって別の位置に配備されるか、又は、取り外し可能 球内に投影される。ここで、フレネルレンズ 8 は、外界 彩位置又は眼球の回旋中心を射出瞳 1 として観察者の眼 心プリズムに入射し、第1面3を透過して、観察者の虹

画像表示案子7と対面している屈折面である第4面(順 り、電子像観察時は同様の光線経路をたどるが、図12 は、図1年と同様に、接風光学系(偏心ブリズム)12 示案子7の電子像から発した光線は、接眼光学系12の り、電子像を観察する場合の実際の光線経路は、画像表 きい媒質によって満たされた傷心プリズム 1 2 からな の値心アリズム12は、光軸に対して値心した3つの回 は光樹に対して個心した4つの回3、4、5、6からな の虹彩位置又は照球の回旋中心を射出瞳 1として観察者 で観察者職1側に反射をし、第1面3を透過して観察者 方向に反射し、観察者顔面の反対側に位置する第2面4 直前に配置してある第1面3で観察者瞳1から遠ざかる 番から含えば第3面となる)6に入射し、観察者瞳1の 3、4、6によって形成された空間を屈折率が1より大 [0105]図10~図14中、図10~図11の場合 の眼球15内に投影される。

5 偏心プリズム12からなり、電子像を観察する場合の実 た空間を屈折率が1より大きい媒質によって満たされた に対して個心した3つの面3、4、6によって形成され 際の光線経路は、画像表示素子7の電子像から発した光 察者職1側に反射をし、第1面3を透過して観察者の虹 に入射し、観察者顔面の反対側に位置する第2面4で観 線は、接眼光学系12の画像表示案子7と対面している 彩位置又は跟球の回旋中心を射出瞳 1 として観察者の眼 屈折箇である第4面(順番から言えば第3面となる) 【0106】また、図13の偏心プリズム12は、光素

間を屈折率が1より大きい媒質によって満たされた偏心 に対して個心した2つの面3、4によって形成された空 透過して観察者の虹彩位置又は眼球の回旋中心を射出電 西する第2面4で観察者瞳1側に反射をし、第1面3を 折面である第1面3に入射し、観察者顔面の反対側に位 は、接眼光学系12の画像表示案子7と対面している屈 光緯経路は、画像表示素子7の電子像から発した光線 プリズム12からなり、電子像を観察する場合の実際の [0107]また、図14の偏心プリズム12は、光軸

前に位置している第1面3と外界個内部反射面である第 [0108]次に、図15、図16に示したものは、外

1として観察者の題以15内に投影される。

界像を観察する光路中に接眼光学系 1 2 の観察者眼球直

5

```
界光に対してその2面3、4又は3、5で発生するパワ
                                                                                           置する本発明の画像表示装置の実施例である。外界像を
                                                                                                               一を打ち消す作用を有する第2光学案子13、14を配
ム12に入射し、第1面3を透過して観察者の虹彩位置 *
                     を透過して、第2面4あるいは第3面5から信心ブリズ
                                            線は、第2光学案子13あるいは別の第2光学案子14
                                                                    観察する場合の実際の光線経路は、外界の物点からの光
                                                                                                                                                                  2面4又は第3面5とを介して外界を観察する場合、外
```

 $Z = (h^{1}/R)/[1+\{1-(1+K)(h^{1}/R^{1})\}^{1/1}]$ 他の光学系に適用できるものである。

+Ah' +Bh' +Ch' +Dh' ····

量、Kは円錐係数、A, B, C, Dはそれぞれ4次、6 ただし、乙は固形状の原点に対する接平固からのずれ 次、8次、10次の非球団保敷である。 $Z = (CX \cdot x^{1} + CY \cdot y^{1}) / [1 + (1 - (1 + K_{x})) CX^{1} \cdot x^{1}]$ - (1+K,) CY' · y') 1/1] ※ [0111]また、アナモルフィック団の形状は以下の な直線がアナモルフィック国の戦となる。 式により定義する。団形状の原点を通り、光学団に垂直

例として、m=4 (4次項)までを考えると、展開した 10★ [0112] ときに以下の式で表せる。

 $Z = (CX \cdot x^{1} + CY \cdot y^{1}) / [1 + \{1 - (1 + K_{x}) CX^{1} \cdot x^{1}\}]$ $R_{*} \{ (1-P_{*}) x^{1} + (1+P_{*}) y^{1} \}^{*}$ $R_1 \{ (1-P_1) x^2 + (1+P_1) y^2 \}$ $R_{i} \{ (1-P_{i}) x^{i} + (1+P_{i}) y^{i} \}^{3}$ $R_1 \{ (1-P_1) x^2 + (1+P_1) y^2 \}^2$ - (1+K,) CY' · y' } '/'] · · · (b)

量、CXはX軸方向曲率、CYはY軸方向曲率、K. は ただし、乙は面形状の原点に対する接平面からのずれ R. :X軸方向曲率半径 球面項回転対称成分、P。は非球面項回転非対称成分で ある。なお、後記する実施例の構成パラメータでは、 X軸方向円錐係数、K,はY軸方向円縫係数、R。は非 ដ

 $R_* = 1/CX, R_* = 1/CY$ R,:Y帕方向曲率半径 を用いており、曲率CX、CYとの間には、

+C, Y+C, X

+C, Y' +C, YX+C, X' +C, Y' +C, Y' X+C,,YX' +C,,X' +C,,Y, +C,,Y, X+C,,X, X, +C,,X, X, +C,,X, +C13Y' +C13Y' X+C14Y' X' +C14XX +C14X' +C30Y' +C31Y' X+C31Y' X' +C31Y' X' +C31Y' X' +C,,Y' +C,,Y' X+C,,Y' X' +C,,Y' X' +C,,Y' X' +C11Y' X' +C11YX' +C17X' +C,,YX' +C,,X' : (c)

特開平10-307263

*又は眼球の回旋中心を射出瞳1として観察者の眼球内に

図19の光学系に限定されるものではなく、 公知のその 【0109】なお、本発明は図1~図4、図5 (b)~

式で与えられる。乙軸が回転対称な非球菌の軸となる。 対称な非球団形状は、近軸曲率半径をRとすると、次の 【0110】以下の各実施例の構成パラメータ中、回転

 $(h^1 = x^1 + y^1)$ · (a)

 $+\Sigma R_{\bullet} ((1-P_{\bullet}) x^{!} + (1+P_{\bullet}) y^{!})^{**!}$

り定義する。その定義式の乙輪が自由曲面の軸となる。 【0113】また、自由曲面の面の形状は以下の式によ

Z=E E C., X' Y'"

例として、k=7(7次頃)を考えると、展開したとき

に以下の式で扱せる。 [0114]

R ₁ 1.1194 ×10-7			R, 17.31	, :	Z \$3.502	γ 18.114 θ	_	D 4. 4930 ×10 ⁻¹	C 1.1819 ×10-12		0.0000	7 17 011	Υ 18, 114 θ	:		-	2. 371	-1. 1948	R ₄ 4, 1434 × 10 ⁻¹⁵	R ₃ (. 1600 × 10 ⁻¹²	R ₂ 3.0428 × 10 ⁻¹		-0.4130	10.400	Z = C 1619 Z 52, 132	ν Β -110 Λετ Υ 3. 041 Θ ·	-142 541				A 0 0000 Z 37.091	0000 Y 18, 114 B		8 (5)		由海半径 間隔 屈折率 ア		0°、 銀直画角26.60°、 曜径は英瓶例1~16共 *	3*、実施例15、16の観察回角は、水平画角35. [0118]	-		Ξ	;			9		、データの		なお、本発明の実施例においては、X方向に対称な光学 *に4mmである。		(1) 1 TREAT AC COLUMN	(ic) 禁題 10 - 30 7 2 6 3	
ФМЕНЕ	C ₃₁ 1.0108×10 ⁻⁷	C1. 3.7001×10-1 C17 -3.1103×10-1	-1.0181×10-4 C11		ì		9			C, -4.4171×10-3 C, -8.5757×10-3	自由曲面の	C21 9.3310×10-		-1. 6078×10-* C13	, <u>(</u>				7 8		(4TH SP)	6 自由曲面④	(AEPL)	(SED SP)	5 回出田園公	AEFL)	(151 37)	4 回曲用回巴	REFL	(2Hp SY)	3 四田田田で		(181 87)			1 8 (平)		国际 由	兴策定 2	[0119]	$\phi_{i}(\mathbf{z}) = 0 (1/\mathbf{n})$	(3) $\phi_1(yz) = 0 (1/\pi n)$	(1) $\theta_{r_3} = 43.85$ °	(画像表示面)	7 8	P. 5.1617 ×10-1					R ₂ -2.2082 ×10 ⁻¹⁰	23	(11)	
		C10 1, 0032 × 10 1		د)			C ₁	C14 4.8371×10-4	Ç					؛ د	C, -7.2048×10-		41.032	Y 31.111 0 -31.45°	Z 43.146	Y 37.014 0 -42.11"	1. \$000			1. 1000	1 5000 55 55	= :	V 1711 A -0.43*		•	1,1000		,	711 A	1, 5000 55, 55		(命の母) (何ら角)	囲折率 アッス教			•			Z 38.041								30	特別平10-307263	

P ₁ 2.0705 ×10 ⁻³		Ø11 (X Z) = 0 (1/目)	
	•	(3) ϕ_{11} (yz) =0 (1/mm)	
20 t		(1) $\theta_{r,s} = 44.53^{\circ}$	
B. 2 8084 ×10-15	Z 38.475	画像表示面)	
	Υ 42.800 Θ -21.40°	_	
K _x =72, 7188			
		F2 1.0313	
5 ANAM R _y -179.007		-0. 9130	
P.			
P ₃ -1.2178			
P, -4.7838		5. 3084	
		_	
	51.066	٠ ۲	
	Z \$1.511	(BEFL)	
	Y 0.079 0 0.00°	(3AD SF)	
Χ.	1. \$254 54. 25	8	
₽		(REFL)	
4 ANAN R, -242.348	-	(181 87)	
P1. (450 ×10-1	-17 000 A		
	1, 5254 56, 25	:	
		-3. 1189	
		R, 9.1413 ×10-13	
Χ.		R ₁ 1.1403 ×10 ⁻⁴	
		Ku -1. 1942	
(2ND SP) R98.451			
3 ANAN R, -119.562	,	. K	
P7. 1284	-11 888 69 .	JAMAN A. TITO: 300	
	Z 37.315		
	Y -27,000 0 0.00°	(IST SF)	
	1, 5254 56, 25	8	
		1	
R ₃ 0.8815 ×10 ⁻¹³			
R2 -4. 1711		国备5	
R ₁ -1. 5719	関節 四芥樹 アック教	٥	
K, 4.7358			[0210]
	(1/55)	る (xz) #=0.0072 (1/幅)	
Z ANAM Try "Sto. 010	(1/mm)	(3) $d_{11}(vz) = -0.0037(1/m)$	
		(1) $\theta_{r3} = 4.8.44^{\circ}$	
		-2. 3865×10-1	
英地约4	8.3783×10 ⁻³ C ₄ -8.3771×10 ⁻⁴ -5.7878×10 ⁻³ C ₁₄ 4.5183×10 ⁻⁷	0116×10-1 C1	
-	£ 20		

1. 5254 51. 25 Υ 5. 081 Θ -3. 81* Z 31. 316

特開平10-307263 34

1. 5154 51. 18* Υ 27. 144 Θ -11. 18* Ζ 51. 500

Z 31.311 St.25 Z 31.311

1. 5154 51. 25 Υ 17. 110 θ 1. 74* Ζ 47. 835

·		[0 1 2 2]
IST SP) REFL) AHAM R, ABPL) K, REFL) K, R. R	実施例5	日報 15 P ₁ -5.5003 P ₂ -4.0534 6 ANAN R _p 71.213 K _p -1.0213 K _p -1.0213 K _p -1.316 R ₁ -7.5104 ×10 ⁻⁷ R ₁ -5.8510 ×10 ⁻¹⁰ R ₂ -5.8510 ×10 ⁻¹⁰ R ₃ 5.8345 ×10 ⁻¹³ R ₄ 1.5111 ×10 ⁻¹ P ₁ 1.1114 ×10 ⁻¹ P ₂ 1.1114 ×10 ⁻¹ P ₃ 1.1210 ×10 ⁻¹ P ₄ -1.4511 7 ©自身表示面) (1) θ_{-2} =4 2.75° (3) ϕ_{+1} (y z) =0.0008 (1 /mn) ϕ_{+1} (x z) =-0.001 (1 /mn)
<i>o o</i>	田野率 ア (国の数) 1. 5254 Y 2. 540 θ Z 33. 537 1. 5154 Y -19.747 θ - Z 30.1111	特闘平10-307263 3f Y 41.311 θ -41.34* Z 43.334 Y 42.878 θ -13.34* Z 30.211
		307263
7 AMAK R., 70.881 (47H SF) R., 91.816 K., 1.381 R., 1.3815 × 10 ⁻⁴ R., 1.8315 × 10 ⁻⁴ R., -1.4116 × 10 ⁻¹² R., -7.2147 × 10 ⁻¹⁵ P., 3.1633 × 10 ⁻¹		<u> </u>
(反接面から) Y 30.811 Ø -80.98* Z 81.145	6 6	特局平10-307263 38 Y 28.180

_	3 ANAN R.	(IST SP)	2	-		更多	夹瓶例10	[0125]	ø., (x	(3) ø ₁₁ (y	(1) $\theta_{r,i} = 41.68$	(画像表示面)	80		(4TH SF)	7		(BIFL)	(JBD SF)			(HEFL)	(1ST SF)	5 1	(887.1)	(SEPT.)				(1ST SP)	3 -221.433	(反想面)	8	1	1	四番中	0 1 2 4 J		(3) $\phi_{11}(yz) = 0(1/\frac{\pi}{12})$	$(1) \theta_{r,s} = 46.70^{\circ}$	(画像表示菌)	œ		٦,	F.	:
	-54. 751		-104. 851	8		由奉半征			$\phi_{11}(xz) = 0.00024(1/m)$	(3) ϕ_{11} (yz) = 0.00024 (1/m)	1. 68		8			154. 685				-208. 964				-221, 433			-106, 803				33		8	8 (iii)		五十年中		$\phi_{11}(xz)=0 (1/m)$)=0(1/目)	. 70		8	1.1638 ×10 ⁻¹	9. 0101 ×10-1	(4) (4) (4) (4)	(d.15)
						3		40	(1/目)	(1) (1)								•			2				Z	۲.	_		· ~			Z	۲								2	٠ -<				
		2 33.527			(100)	(個小句)	1					61.136	T 35. 334			- 7	/THE 17. 11.		2	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1			(仮想回なの)	1. 5254	. 48. 157	-16.310	(お佐庭から)		0.000	反想面から)		0.000	0. 000		(日心(日)	屈折率					30. 403	10. 134 6				
	0 -48.21*	0 -1.00		SI 25	(3/0/2)		d :: }		•					- 100	9				0 00*	90. 69	6	0.00		SF. 25		0 -30.86	•	56 25	0.00		54. 25	•	θ 15.00"		(概を角)	アッ人数						-2.13			•	10年10年30~203
																																														- 100
																												[0126]																		
	ם ל	В	>	×	(ファネッフンズ架2回)	σ	;	(フフネッワンズ船1回)	44.	P.	P,	Р,	<u>.</u>	R.	R,	R,	R,	К,	(REFL) K,	_	3 ANAM R,	•	(IST SF)	∾ ⊢	•	面番号	夹瓶例11		D	ဂ	B :	> :	× ;	(フレネルレンズ第2面)	תכ	(フレネルレンス第1回)	4	۲.	P,	Ρ,	, d	2	R.	۳ <u>۲</u>	1 X	=
7, 3111 > 10				0.0000	7.太第2回)	8	:	7人第1国)	8	1. 0048 ×10*1						-1. 118		0. 114			-54, 751			-104. 851	3	由事半径			1. 1151 ×10-14	3. 2116 ×10-14	-4. 2780 ×10-10	2.0658 ×10-	0.0000	ズ第2面)	8	(第1国)	8	1.0048 ×10+1	-4. 1468	5. 3845 ×10 ⁻¹	-1.7674 ×10*1	1. 1084 ×10-33	-2. 4892 ×10-11	-1 1189 ×10-10	0. 1944	
50		; •	-						2. 000					•	•	۰	•											20									2. 000									
							Z 53. 537	Y 10.000	-											Z 30.166		Z 33. 527		1. 5154			1									Z \$1. \$17	V 15 000									
								00 0 -11.00	1. 4922 57. 50											5	17 0 -11.11		θ	154 51.15		(金)			•							•	A 0 00.									\$

```
[0128]
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          西番号
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      実施例12(1)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           C14 1.7346×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     C: -1.1151×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              C21 -2.0258×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        C10 -1. $120 × 10-4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     Cas -1. 4923×10-11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 Car -3.8974×10-4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               (REFL)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    (IST SF)
                                                                                                                                                                                     C10 9.9783×10-4
                                                                                                                                                                                                                                                      C32 -1.7177×10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                  C., 8. 4370×10-11
                                                                                                                                                                                                                                                                                C21 -4.4196×10-6
                                                                                                                                                                                                                                                                                             C14 -4. 1104×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                           C10 1.3376×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       C: -1.1511×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        (REFL)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     (IST SP)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            (2 ND SP)
                                                                                                      西番号
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              (380 SF)
                                                                                                                  夹施例12(2)
                                                                                                                                            C27 1.4838×10-7
                                                                                                                                                        C21 -3. $310×10-7
                                                                                                                                                                       C14 2.6861×10-5
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   (画像表示面)
         (2 MD SF)
                                                  (IST SF)
                                                                                                                                                                                                               -1. 2118×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   自由無層の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          自由曲風〇
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   自由曲面の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            自由曲層②
                        自由曲層の
                                                               自由曲面の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                8
(#)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            却作争胜
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  8
                                                                             8
(iiii
                                                                                                        田埠半泊
8
                                                                                                                                                                                                                                                                                  C<sub>17</sub> -2.0403×10<sup>-10</sup>
C<sub>13</sub> 4.4149×10<sup>-10</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         C<sub>12</sub> 2. $770$×10<sup>-3</sup>
C<sub>12</sub> 2. $572×10<sup>-7</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                          C<sub>34</sub> -2.800f × 10<sup>-10</sup>
C<sub>34</sub> 3.3220 × 10<sup>-13</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          Ç
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  C++ -1. 5335×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 C13 -3.8978×10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            C17 -2, 3881×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                             C11 8.3882×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        C
                                                                                                                                                                         C17 -1.7730×10-
                                                                                                                                               Cat -5.3531×10-*
                                                                                                                                                          C23 1.2185×10-7
                                                                                                                                                                                      C12 -8.0746×10-5
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             -7. $944×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        7. 8026×10-11
                                                                                                                                                                                                                                                         3. 3220×10-12
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        自由曲層の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          自由曲面②
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    3
                                                                                                                                                                                                                                自由田田〇
                                                                                                                                    ÷
                                                                                                                                                                                                                  C, -3.7062×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             蓝蓝
 1.000
                                                                                                          麗麗
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       2 × 2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              ۲ ۲
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        ~
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 <
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       К
              2 4 2 4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        C<sub>34</sub> -4.2410×10<sup>-11</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              C<sub>1</sub> -7.5434×10<sup>-4</sup>
C<sub>1</sub> 1.3351×10<sup>-4</sup>
C<sub>1</sub> -3.0313×10<sup>-4</sup>
                                                                                                                                                             C<sub>14</sub> -3.8939×10<sup>-4</sup>
C<sub>14</sub> -3.4243×10<sup>-4</sup>
C<sub>25</sub> 1.0019×10<sup>-7</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                          C<sub>34</sub> 3.8170×10<sup>-10</sup>
C<sub>30</sub> 1.3944×10<sup>-13</sup>
C<sub>34</sub> 6.3401×10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                C<sub>1+</sub> -5.8861×10<sup>-7</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              27. 094
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  11. 231
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         33, 974
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       13. 183
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               35. 215
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    29. 266
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            33. 974
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        13. 983
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     1. 5354
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             1. 5254
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                (日心日)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              国护学
                                                                                                                                                                                                                                                                                                 C. -8.0184×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 . 516
             49, 231
                                                     13. 183
                           £ 53 f
                                        33, 174
                                                                  1. 5254
                                                                                                          屈折棒
                                                                                              金の金
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                -1.0605×10-5
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            -7. 5434×10-8
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   Θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           Θ
                                                                                                                                                                                                                      C. -1.1110×
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          =
                             θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            アッス数
                                                       θ
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 -15. 22*
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 79. 39*
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        51. 25
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              56. 25
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      51. 25
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 (概念角)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       特開平10-307263
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    16.34
                             -15. 22*
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         9. ET
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          9. 46.
                                                                                                            アッス数
                                                                     56. 25
                                                                                              (概を角)
    $7. 50
                                                       -
-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 [0129]
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           C<sub>10</sub> -1. $152×10<sup>-3</sup>
C<sub>10</sub> -1. $120×10<sup>-4</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                C<sub>1</sub> -6.2524×10<sup>-3</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 夹筋侧 13
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          C32 -1.4923×10-11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 C14 1.7346×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      C27 -3.8974×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  C11 -2.0258×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         (フレネルレンズ第2面)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  (ファネルフンズ第1回)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        回番号
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        Cas -4.4136×10-4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    C14 -4.1104×10-7
                                                          C<sub>10</sub> -3.7101×10<sup>-3</sup>
C<sub>10</sub> -8.4314×10<sup>-4</sup>
                                                                                                    C<sub>11</sub> 5.0184×10<sup>-7</sup>
C<sub>21</sub> 2.8323×10<sup>-4</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             Cas -1.7677×10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          C17 8.4970×10-11
                                  C<sub>14</sub> 2.8408×10<sup>-7</sup>
C<sub>31</sub> 1.2745×10<sup>-4</sup>
                                                                                                                             C10 1.1033×10-5
                                                                                                                                          C. 1.8620×10-3
                                                                                                                                                                                                                             (REFL)
                                                                                                                                                                                                                                                                                  (1ST SF)
                                                                                                                                                                                                  (3AD SF)
                                                                                                                                                                                                                                          (2ND SF)
                                                                                                                                                                        (画像表示面)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               5
        1. $$13×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         D C B
                                                                                                                                                                                                                 自由曲面②
                                                                                                                                                                                                                                                         自由曲面で
                                                                                                                                                                                                                                                                                                8
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        -4.1829 ×10-17
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   -1. 1979 ×10-1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              0.0000
                                                                                                                                                                                                                                                                                                              8
(iii)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        田骨半流
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      4. 1377 ×10-13
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                3. 9372 ×10-
                                                                                                                                                                                        8
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    C<sub>1</sub> -7. 5944×10<sup>-3</sup>
C<sub>1</sub> 8. 3882×10<sup>-7</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             C+ -3.1701×10-3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           C34 7. 6026 × 10-11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       C., -1. $335×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      C13 -3.8978×10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   C17 -3. 1881×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               C11 2. 8572×10-7
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               C34 3.3220×10-12
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           C., -1. 8006 × 10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         C13 4.4141×10-10
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       C17 -2.0403×10-10
                                                C12 -8.1477×10-4
C17 8.8333×10-4
                                                                                                                               C<sub>13</sub> -4, 1833×10<sup>-7</sup>
                                                                                                                   C17 2.3301×10-4
                                                                         Ç
           ç
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              自由曲面の
                                                                             -4. 1036 × 10-4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                自由曲層の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               2
                                                                                                                                              7. 4153×10-3
          1. $$01×10-3
                                                                                                                                                            自由曲属の
                                                                                           自由曲周②
                         当由曲層の
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           펾
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        2
                                                                                                                                                                           242424
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         C<sub>1</sub> -1.0405×10<sup>-1</sup>
C<sub>14</sub> -5.1841×10<sup>-7</sup>
C<sub>14</sub> -5.0184×10<sup>-7</sup>
C<sub>14</sub> -5.0184×10<sup>-10</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        65.000
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      15. 181
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 C<sub>30</sub> 1.384×10<sup>-13</sup> C<sub>31</sub> 1.3401×10<sup>-13</sup> .
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  C<sub>1</sub> -7.5434×10<sup>-9</sup>
C<sub>14</sub> 1.3351×10<sup>-9</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              C<sub>30</sub> 4.3101×10<sup>-13</sup>
C<sub>31</sub> -4.1410×10<sup>-13</sup>
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        C., 1.4186×10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    C1. -3.0382×10-
                                                                                                                                  Ca 5.3417×10-5
Ca 3.8805×10-5
                                                                                                                    C1. 7.1030×10-4
                                                                                                                                                                                                                   21. 138
                                                                                                                                                                           34. 441
                                                                                                                                                                                                                                                                       35. 567
                                                                                                                                                                                                     31. 783
                                                   <del>ა</del> :
                                                                                                                                                                                        23, 163
                                                                                                                                                                                                                                70. 723
                                                                                                                                                                                                                                                                                     0.000
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           面片學
            ō
                                                                            Ç
                                                                                                                                                                                                                                             5. 402
                                                                                                                                                                                                                                                           1. 5163
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              (配心)
(血)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                  1. 5163
                                                                                                                                                5. $417×10-5
                                                               1. 1846×10-4
                                                    3. 2284 × 10-
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       0 -11.17*
              3. 8113×10-4
                                                                              4. 2816×10-1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    =
```

θ θ

-25. 11°

Φ

<u>-+</u>. =-14. 15 24. 79* 14. 15 (超多角)

θ

アシス数

特関平10-307263

30,758 47,350 <i>\text{\theta}</i> 35,893		C。 -3.1014×10-1 C1. 4.3117×10-1 C1. 4.3117×10-1 C1. 4.3117×10-1 C1. 4.085×10-1 。 風折車 アッベ数 (編心館) (概を角) 1.5000 55.55 Y 18.558 月 7.55 Z 30.730 55.55 Y 1.165 月 -13.84*	特闘平10-307263 (8 (1, -4, 1851×10-1 (2, -1, 20710×10-1 (3, -1, 20710×10-1 (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4)
+C, Y' +C, Y' X +C, X' +C, X' +C, X' +C, X' +C, X' X +C, X'	+D ₁₁ (15R' -20R' +6R') cos(!/) +D ₁₁ (20R' -30R' +12R' -1) +D ₁₁ (15R' -20R' +6R') sin(!/) +D ₁₁ (15R' -5R') sin(!/) +D ₁₁ R'si +D ₁₁ (6R' -5R') sin(!/) +D ₁₁ R'si なお 上記においてX方向に対称な面として表した。た ※ [0134] たし、D。 (mは2以上の整数) は係数である。 ※ 式に対応して	(e) ひように走動したスプロに、プログラムのでは 計も可能である。つまり、あらゆる定義の曲面が使える * X=R×cos(A) Y=R×sin(A) Z=D; +D; R cos(A) +D, Rsin(A) +D; R cos(A) +D, (R' -1) +D, R' +D; R' cos(A) +D, (3R' -2R) cos(A) +D; R' cos(A) +D; (3R' -2R) cos(A) +D; R' cos(A) +D; (4R' -3R') cos(A) +D; R' cos(A) +D; (4R' -3R') cos(A) +D; R' cos(A) +D; (4R' -3R') cos(A) +D; (5R' -4R') cos(A) +D; (10R' -12R'+3R) cos(A) +D; (5R' -4R') sin(A) +D; R' sin(A) +D; (5R' -4R') sin(A) +D; R' sin(A)	(c) -1.445×10 ⁻³ C, -1.465×10 ⁻³ C, -1.465×10 ⁻⁴ C, -1.465×10 ⁻⁴ C, -1.655×10 ⁻⁴ C,
+C, Y, +C, X, X +C'0XX, +C'' X, +C' X, +C' X X +C' X, +C' X+C' X	+ D ₁₁ (15R' - 20R' + 6R') cos(t)) + D ₁₁ (20R' - 30R' + 12R' - 1) + D ₁₁ (15R' - 20R' + 6R') sin(t)) + D ₁₁ (6R' - 5R') sin(t)) + D ₁₁ R'sin(t) · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₁ R'sin(t) · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₁ R'sin(t) · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₄ R'sin(t) · · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₄ R'sin(t) · · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₄ R'sin(t) · · · · · · · (d) + D ₁₄ (6R' - 5R') sin(t) + D ₁₄ R'sin(t) · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	** (3R ³ (3R ³ (4R ⁴ 4R ⁴	自由曲面の 日本面面の に、1.1112×10 ⁻³ C。 1.117×10 ⁻¹ C1, 1.1310×10 ⁻¹ C1, -1.1511×10 ⁻¹ C1, 1.1311×10 ⁻¹ C1, -1.1511×10 ⁻¹ C1, 1.171×10 ⁻¹ C3, -1.7512×10 ⁻¹⁰ C1, 1.171×10 ⁻¹ C3, -1.7512×10 ⁻¹⁰ C3, 1.117×10 ⁻¹ C3, -1.310×10 ⁻¹⁰ C3, -1.417×10 ⁻¹ C1, 1.0133×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1315×10 ⁻¹⁰ C1, 1.0133×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1315×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, -1.1315×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.7418×10 ⁻¹ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1315×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.7418×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.7418×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C4, 1.7418×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C5, 1.7418×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.7418×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C4, 1.1012×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1111×10 ⁻¹⁰ C1, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C4, 1.1012×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C4, 1.1012×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C5, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C6, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C4, 1.102×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C6, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1110×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1115×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1110×10 ⁻¹⁰ C3, -1.1110×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C4, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C6, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C7, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C3, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C1, 1.1010×10 ⁻¹⁰ C2, 1.1010

[0131]

实施例17 面番号

層器

(2ND SF)

自由田屋の

(1ST SF)

自由曲面の

8 (# 由半半年

(AEFL)

(IST SF)

自由曲面の

(4TH SF)

自由曲面の

(画像表示菌)

8

(2ND SF) (BEFL)

自由曲面②

C₁ -2. \$738 × 10⁻³
C₁₀ -3. 3309 × 10⁻⁴
C₁₀ 3. 4381 × 10⁻⁴
C₂₁ \$. 4444 × 10⁻⁴

C₁ -3.0708×10⁻³ C₁₂ 2.3430×10⁻⁴ C₁₇ -2.8763×10⁻⁴ 自由曲面②

C₁ 1.0401×10⁻²
C₁₀ 2.0456×10⁻⁴
C₁₄ 4.0506×10⁻⁴
C₂₁ 1.5355×10⁻⁷

自由曲回〇 C₇ 8.6572×10⁻³ C₁₃ -9.425×10⁻⁴ C₁₇ 3.2663×10⁻⁷

(1ST SP) (BEFL) (2ND SF)

8

自由曲面の

8 K 8 K 8 K

(画像表示菌)

[0130]

西番号

蓝蓝

(1ST SF)

2 4

自由曲面の

自由曲面の

8 (iii) 由學斗領

实施例 1 4

C10 -5. 9546×10-5
C10 -5. 2546×10-5
C11 -1. 2163×10-5
C21 1. 0124×10-5

C₁₂ -5.8106×10⁻⁸ C₁₇ 1.1940×10⁻⁹

33

::

+C1,Y1 +C13Y3 |X|+C1,Y1 X1 +C11X |X1 |+C1,X1 +C,,Y' +C,,Y' |X|+C,,Y' X' +C,,Y' |X' | +C11YX' +C11 | X' |

+C114, +C144, +C +C,,Y' X' +C,,Y | X' | +C,,X'

+C10 Y7 +C11 Y1 | X | +C11 Y1 X1 +C11 Y1 | X1 | +C34Y3 X1 +C31Y3 | X1 | +C34XX1 +C37 | X7 |

た、そのような組を左右一対用怠し、それらを眼頓距離 らなる組を1組用意し、片眼装磐用に構成しても、ま もよい。そのようにして、片眼あるいは両眼で観察でき だけ離して支持することにより、両眼装御用に構成して る据え付け型又はポータブル型の画像表示装置として構

さて、以上説明したような接眼光学系と画像表示案子か

=

示装置本体部31に接合し、観察者のこめかみから耳の 介して固定している。その支持部材としては、一端を表 の顔面の阿眼の前方に保持されるよう支持部材が頭部を は観察者の顔面の左眼の前方に、図22の場合は観察者 図22中、31は表示装置本体部を示し、図21の場合 成にした場合の様子を図22にそれぞれ示す。図21、 21に(この場合は、左眼に装着)、両眼に装着する様 の頭頂部を支持する頭頂フレーム34とから(図22の に挟まれるように自らの周端を一方づつ接合し、観察者 合)、あるいは、さらに、左右の後フレーム33の他数 に延在する左右の後フレーム33とから(図21の場 ーム32の他端に接合され、観察者の側頭部を渡るよう 上部にかけて延在する左右の前フレーム32と、前フレ 【0135】片眼に抜着する構成にした場合の様子を図 場合)構成されている。 2

はリヤカバー36内にの観察者の耳に対応する位置にス 担ろリヤカバー36が観察者の後頭部から首のつけねに いる。このリヤプレート35は、上記支持部材の一異を 耳板パネ等で構成されたリヤプレート35が接合されて レーム33との接合近傍には、弾性体からなり例えば金 ピーカ39が取り付けられている。 接合されている (図22の場合)。 リヤブレート35又 かかる部分で耳の後方に位置して支持可能となるように 【0 1 3 6】また、前フレーム 3 2 における上記の後フ

四40のスイッチやボリュウム関数部である。 に接続されている。なお、図中、40 aはビデオ再生数 5 あるいはリヤカバー36の後端部より外部に突出して 32、リヤノレート35の内部を介してリヤフレート3 ム34 (図22の場合)、後フレーム33、前フレーム のケーブル41が表示装置本体部31から、頭頂フレー いる。そして、このケーブル41はビデオ再生装置40 【0137】映像・音声信号等を外部から送信するため

て、既存のピデオデッキ等に取り付け可能としてもよ [0138] なお、ケーブル41は先端をジャックし

S

記プリズム光学森子内部から射出させる作用を有すると

い。さらに、TV電波受信用チューナーに接続してTV 魔なコードを排斥するために、アンテナを接続して外部 **栖食用としてもよいし、ロンドュータご接続してロンド** からの信号を電波によって受信するようにしても僻わな ッセージ映像等を受信するようにしてもよい。 また、邪 ュータグラフィックスの緊觎や、ロンにュータダののメ · · · (e)

系を結像光学系として用いた場合、例えば、図23に示 接眼光学系DSとで対物光学系Ltを構成することがで た場合の光学系の構成図を図24に示す。前側レンズ群 学系Fiに用いることができる。結像光学系として用い 体に併設されたコンパクトカメラCaのファインダー光 すような撮影光学系Obとファインダー光学系Fiが別 繋ぐさる。 リズムPによって正立され、接眼レンズOcによって観 対物系のLtの観察者側に設けられた4回反射のポロブ きる。この対物光学系してによって形成された像は上記 GFと、明るさ絞りDとその後方に配備された本発明の 【0139】さらに、本発明の画像表示装置の接眼光学

か可能であり、本発明の範囲内であればいかように構成 明してきたが、本発明はこれらの限定されず種々の変形 察装置、画像表示装置をいくつかの実施例に基づいて説 【0140】以上、本発明のプリズム光学森子及び像観

察装置は例えば次のように構成することができる。 【0141】以上の本発明のプリズム光学索子及び偉都

ム光学案子内部から光線を射出させる透過作用及び前記 **累子内部に光線を入射させるか、若しくは、前記プリズ** において、前記プリズム光学素子が、前記プリズム光学 を挟んだ複数の面によって形成されるブリズム光学祭子 る第2面と、前記第2面と略近接する位置に配置されか され前記プリズム光学案子内部での内部反射作用を有す プリズム光学案子内部での内部反射作用とを合わせて有 (1) 屈折率(n)が1よりも大きい(n>1)媒質 ら光線を射出させる作用を有し、前記第1面が光線を前 せる作用を有するときには前記プリズム光学素子内部か 前記第1面が光線を前記プリズム光学素子内部に入射さ ズム光学祭子内部での内部反射作用を有する第3回と、 つ前記第1面と前記媒質を挟んで対向配置され前記プリ した第1面と、前記媒質を挟んで前記第1面と対向配置

> 用を有するような透過作用を持った第4面とを有し、前 * きには前記プリズム光学素子内部に光線を入射させる作

を満たすことを特徴とするプリズム光学素子。 sin-1 (1/n4) ≦0,3≦50°

前記第1回の反射が全反射であることを特徴とするブリ を満たすことを特徴とするプリズム光学素子。 [0143] (3) 上記(1)又は(2)において、

とするプリズム光学菓子。 頃において、前記プリズム光学案子の媒質の屈折率 (n) が1.3よりも大きい (n>1.3) ことを特徴 [0144] (4] 上記(1)から(3)の向れか1

項において、前記プリズム光学素子を構成する少なくと も 1面は平面であることを特徴とするプリズム光学祭

ム光学素子を対物レンズ内部に配置したことを特徴とす

部材とを有し、前記線形成手段から射出した光束が、前 て有することを特徴とするカメラファインダー光学系。 ム光学寮子が像正立作用と共に接眼レンズ作用も合わせ 記プリズム光学素子内部の光路順に、前記第4面に入外 記線形成手段を観察者顔面に保持する作用を持った保持 前記簿2面で反射され、前記第1面より射出されること 向配置された像形成手段と、前記プリズム光学素子と前 して、前記第3面で反射され、前記第1面で反射され、 [0150](10) 上記(1)から(5)の何れか [0149] (9) 上記(8)において、前記プリズ 1項において、前記プリズム光学衆子の前記第4面に対

眼光学系とを有する像観察装置において、前記接眼光学 部反射作用の中の少なくとも2回の内部反射は全反射作 つプリズム部材を有すると共に、前記プリズム部材が前 系が、間を屈折率(n)が1よりも大きい(n>1)単 用による反射となるように構成されており、前記少なく 反射させる作用を有し、かつ、その少なくとも 3回の内 記像形成手段から射出された光線を少なくとも 3 回内部 体媒質で埋めた少なくとも 3 つの固を備えた固構成を持 によって形成された像を観察眼球に導く作用を持った接 [0151] [11] 像形成手段と、前記像形成手段

特闘平10-307263

★記媒質のd線における風折率をn。、前記第3回におけ る任意の光線の内部反射の角度をθっょとするとき、 : (E)

sin-1 (1/n.) ≦0.,≤60° ※ ※ [0142] (2) 上記(1)において、 · · (2)

【0145】(5) 上記(1)から(3)の何れか:

配置したことを特徴とする観察光学系。 項において、前記プリズム光学索子を観察光学系内部に [0146] (6) 上記(1)から(5)の何れか1

[0147] (7) 上記 (6) において、前記プリズ

カメロロァインダー光撃隊。 った像正立手段内部に配置されていることを特徴とする ズによって形成された物体像を正立正像させる作用を持 ム光学菜子が対物レンズ後方に配置され、前記対物レン [0148] (8) 上記(6)において、前記プリズ

を特徴とする頭部装着型画像表示装置。

S

状に形成され、さらに、前記プリズム部材の少なくとも よって行われ、かつ、その固は前記プリズム部材の内部 記プリズム部材の単体媒質の観察者側に配因された間に とも2回の全反射作用の中の少なくとも1回の反射は前 低下させるような対向配度がなされていることを特徴と 反射によって生じる収益を補正する作用を持った曲固形 甲体媒質を挟んで外界を観察するときに発生する強みを **うことができるように、前記少なくとも2つの間が前記** 3つの面の中少なくとも2つの面を通して外界観察を行

は、その面構成の中、透過又は反射の光学作用を持った 眼光学系とを有する像観察装置において、前記短眼光学 によって形成された像を観察眼球に導く作用を持った接 何に配置された第1面と、前記第1回に対して前記媒質 光学作用面は、透過作用と反射作用とを有し観察者駆除 の光学作用面で囲まれた間を屈折率(n)が1よりも大 光学作用面が少なくとも4つ扱けられ、かつ、その4つ **系か少なくともプリズム部材を含み、前記プリズム部材** とからなり、少なくとも前記第3回は全反射作用を有す 第3面と、一方の端部を前記第1面に略隣接させ他方の れかつ前記第2面に略隣接配置された反射作用を有する 面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで対向配置さ を挟んで対向配置されかつ観察者視頼に対して少なくと きい(n>1)単体媒質で埋めて構成され、前記4つの 第1面と前記中体媒質と前記第3面とが構成されている 観察することが可能な外界観察作用を有するように前記 記第1面と前記単体媒質と前記第3面とを通して外界を るように前記プリズム部材が構成されていると共に、 始部を前記第3面に略近接させるように配置した第4面 も偏心あるいは傾いて配置された反射作用を有する第2 【0152】 〔12〕 像形成手段と、前記像形成手段 ことを特徴とする個観察被闘。

俾衷示森子であり、前記第2箇が曲箇にて形成されてい 形成手段が前記第4面に像形成画面を対向配置させた画 ることを特徴とする偉観察装団。 [0153] (13) 上記(12)において、前記録

2面で反射され、その反射光束が前記第1面から射出さ 射光束が前記第1面で反射され、その反射光束が前記第 前記画像表示索子から射出した光束が、前記第4面から る作用を持った保持部材を有し、前記プリズム部材は、 像表示菜子と前記接眼光学系を観察者眼球前方に保持す [0154] (14) 上記(13)において、前記画 れるように構成されたことを特徴とする関節装着型画角 入射し、その入射光束が前配第3箇で反射され、その反

れず1項において、前記第1面と前記第3回とが曲面に [0156] (16) 上記(12)から(15)の何 て形成されていることを特徴とする偉観察装置。

[0157] (17) 上記 (12) から (16) の何* $-0.5 \le \phi_{11} \le 0.5$ (1/mm)

時の何れの観察においても同じ位置に固定されているよ 段によって形成された僕の観察時及び前記外界像の観察 れか1項において、前記プリズム部材は、前記像形成手 を満たすことを特徴とする偉観察装置。 [0160] (20) 上記(12)から(19)の何 うに形成されていることを特徴とする像観察装置。

段からの像と外界像を観察可能であることを特徴とする 1面と前記第3面を通して、部分領域別に前記像形成手 [0161] (21) 上記(20)において、前記第

れか1項において、前記プリズム部材は、前記像形成手 ることを特徴とする像観察被回。 ズム部材を移動させる機能を有するように形成されてい 切り替える切替手段を有し、前記切替手段は、前記プリ 段によって形成された僕の観察と前記外界像の観察とを [0162] (22) 上記(12)から(19)の何

ら観察者眼球に到る光路と略一致するように前記プリズ が、前記外界像を観察観察する際の前記プリズム部材か する際の前記プリズム部材から観察者眼球に到る光路 哲手段は、前記像形成手段によって形成された像を観察 ム部材を移動させることを特徴とする像観察装置。 [0163] (23) 上記(22)において、前記切

の光路を含む面に沿った方向に移動可能となるように移 いて、前記切替手段は、前記プリズム部材を観察者の視 いて、前記切替手段は、前記プリズム部材を軸上主光線 動させる構成を有することを特徴とする偉観察装置。 軸に垂直方向に移動可能となるように移動させる構成を [0165] (25) 上記(22)又は(23)にお [0164] (24) 上記(22)又は(23)にお

なるように移動させる構成を有することを特徴とする偉 いて、前記切替手段は、前記プリズム部材を回動可能と [0166] (26) 上記(22)又は(23)にお 有することを特徴とする偉觀察装置。

光学作用面が少なくとも4つ散けられ、かつ、その4つ は、その面構成の中、透過又は反射の光学作用を持った **系が少なくともプリズム部材を含み、前記プリズム部材 眼光学系とを有する偉観察装置において、前記接眼光学** によって形成された像を観察眼球に導く作用を持った接 【0167】(27) 像形成手段と、前記像形成手段 5

*れか1項において、前記第1面と前記第3面とが球面に れか 1 項において、前記第 1 面と前記第 3 面とが平面に [0158] (18) 上記(12)から(14)の何 て形成されていることを特徴とする俊観察装置。

場所における合成のパワーをゆいとする場合、 れか1項において、前記第1国と前記第3面との任意の て形成されていることを特徴とする像観察装置。 【0159】(19) 上記(12)から(18)の何

...(3)

の光学作用面で囲まれた間を屈折率(n)が1よりも大 始部を前配第3面に略近接させるように配置した第4面 倒に配置された第1回と、前記第1回に対して前記媒質 光学作用面は、透過作用と反射作用とを有し観察者眼球 きい (n>1) 単体媒質で埋めて構成され、前記4つの 第3面と、一方の端部を前記第1面に略隣接させ他方の れかつ前記第2面に略隣接配置された反射作用を有する 面と、前記第1面に対して前記媒質を挟んで対向配置さ も偏心あるいは傾いて配置された反射作用を有する第2 を挟んで対向配置されかつ観察者規軸に対して少なくと 配第3面の全反射作用を生じる領域近傍に観察者の視論 いると共に、前記全反射作用を有する前記第2面又は前 反射作用を有するように前記プリズム部材が構成されて を検出する作用を持った視線検出手段を配置したことを とからなり、少なくとも前記第2面又は前記第3面が全 特徴とする像観察装置。

成されていることを特徴とする億観察装置。 1面が全反射作用を有するように前記プリズム部材が構 [0168] [28] 上記[27]において、前記第

を通過して観察者の視線を検出する位置に配置されてい 線検出手段は、前記第2面又は前記第3面の全反射領域 [0169] (29) 上記(28)において、前記携 ることを特徴とする像観察装置。

れか1項において、前記観察者眼球を照明する照明手段 [0170] (30) 上記(27)から(29)の何 を有することを特徴とする像観察装置。

明手段は赤外光を用いるものであることを特徴とする像 [0171] (31) 上記(30) において、前記照

省顔面に保持する作用を持った保持部材を備えているこ 眼光学系と前記線形成手段と前記視線検出手段とを観察 とを特徴とする頭部装着型画像表示装置。 [0172] [32] 上記 [31] において、前記接

前記像観察装置の少なくとも2組を一定の間隔で支持す 年段と前記接眼光学系を観察者頭部に対して位置決めす る位置決め手段を有することを特徴とする像観察装置。 [26]、[32]の何れか1項において、前記線形成 [0173] (33) 上記(10)、(14)から (26)、(32)、(33)の何れか1項において、 [0174] (34) 上記(10)、(14)から

> 7)~ (34)の何れか1項において、前記第2面及び し、かつ、構成的には1つの面にて形成されていること 前記第3面とが、光学作用的には別々の面として作用 る支持手段を有することを特徴とする像観察装置。 を特徴とするプリズム光学素子又はプリズム部材。 [0175] (35) 上記(1)~(10)及び(2

に近い領域が第3面として作用し、前記第4面から遠い 特徴とするプリズム光学素子又はプリズム部材。 域が第2面として作用するように構成されていることを

[0176] (36) 上記(35)において、前記簿

[0178]

ら、不要光が少なく、広い観察画角においても明瞭な観 によると、非常に薄型で小型の接眼光学系でありなか 察復を与える復観察装置としての画像表示装置を提供す

8

【図面の簡単な説明】

単眼用の光学系を説明する断面図である。 **着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 党型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 智型画像表示装置の単題用の光学系の断面図である。** 施例5の接限光学系を用いた関部装着型画像表示装置の 【図2】本発明の実施例2の接眼光学系を用いた頭部装 【図3】本発明の実施例3の接眼光学系を用いた頭部装 【図1】本発明の実施例1の接眼光学系を用いた頭部勢 【図5】変形例(a)と対比しながら本発明(b)の映 【図4】本発明の実施例4の接眼光学系を用いた頭部装 ä

着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 菪型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 部接着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図であ 【図10】本発明の実施例10の接題光学系を用いた顔 碧型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図である。 【図9】本発明の実施例9の接眼光学系を用いた頭部装 【図7】本発明の実施例7の接眼光学系を用いた頭部装 【図8】本発明の実施例8の接職光学系を用いた頭部装

部装着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図であ 【図11】本発明の実施例11の接眼光学系を用いた既

2面と前記第3面とを構成する1つの面は、前記第4面

第2面と第3面との両方の作用を兼用するするように構 成されていることを特徴とするプリズム光学素子又はプ 2面と前配第3面とを構成する1つの固は、中央領域が 【0177】 (37) 上記 (36) において、前記第

ることなんまる。 【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明

【図6】本発明の実施例6の接眼光学系を用いた頭部装

部抜碧型画像表示装置の単題用の光学系の断面図であ 【図12】本発明の実施例12の接眼光学系を用いた頭

部技者型画像表示技匠の中間用の光学系の断回図であ 【図13】本発明の実施例13の接眼光学系を用いた関

部装容型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図であ 【図14】本発明の実施例14の接眼光学系を用いた頭

部装着型画像表示装置の単眼用の光学系の断面図であ 【図15】本発明の実施例15の接限光学系を用いた関

部装な型面像扱示装置の単眼用の光学系の断面図であ 【図16】本発明の実施例16の接電光学系を用いた関

部接着型画像表示装置の単限用の光学系の断面図であ 【図17】本発明の実施例17の接限光学系を用いた関

段を設けた場合の節回図である。 【図18】実施例17のような接眼光学系に祝績検出手

位置から外界像観察位置へ変換する場合の移動方向と機 蝉を示す図である。 【図19】実施例17のような搭眼光学系を電子復観察

する作用を説明するための図である。 【図21】本発明の画像表示数置を片取数智用構成にし 【図20】本発明において全反射面により不要光を除去

た場合の様子を示す図である。 【図22】本発明の画像表示装置を問眼装着用構成にし 【図23】本発明による光学系を結像光学系として利用

九場合の様子を示す図である。

【図24】本発明による光学系を結像光学系として利用 した場合の光学系の構成図である。 した場合の構成図である。

1…射出瞳位度(観察者瞳位度) 【符号の説明】

3…接頭光学系の第1面 2…根据者規劃(和上主光線)

5…接眼光学系の第3回 4…接眼光学系の第2面

7 …画像表示菜子 6…接眼光学系の第4回

8…ファネジワンス

9…祝城换出光学系

10…抗媒液出器

11…照明手段

13、14…第2光学霖子 12…按眼光学系(届心アリズム)

15…観察者眼球

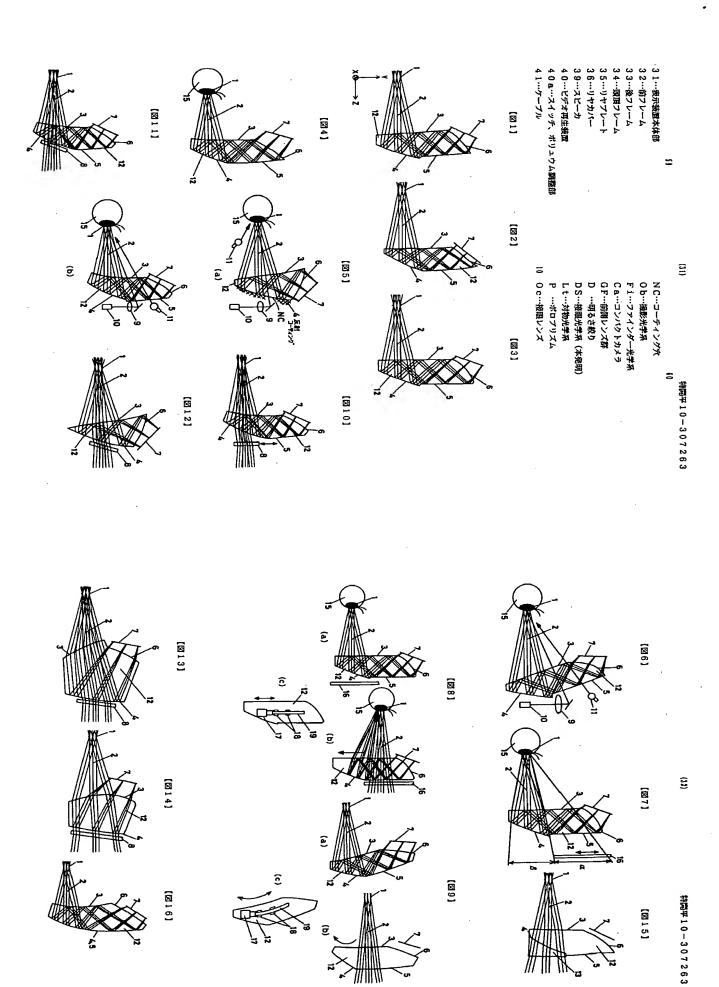
16…光学フィルター

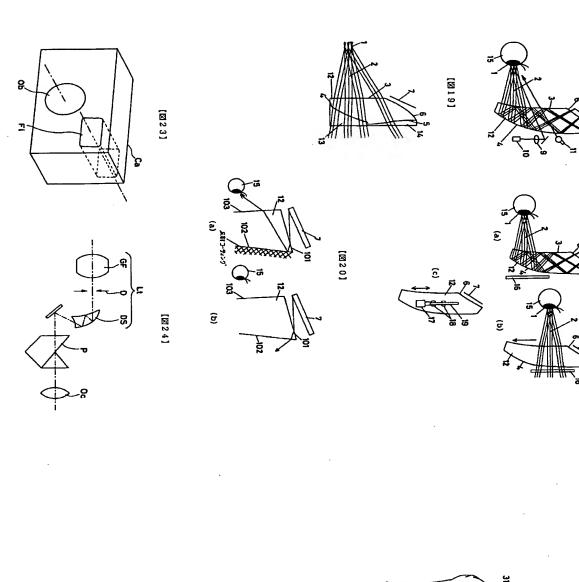
17…リニアモーター

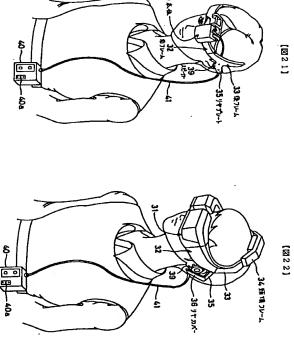
18…光学数子に設けられた突出部

5 19… | 文徴的言数 ひのだれガイ (フーラ) ទ

特関平10-307263







[図17]

[818]

(3.3)

特関平10-307263

JAPANESE LAID-OPEN PATENT APPLICATION

		(51)	(43)	(H)
		Int. Cl.	Date of Publishing	Laid Open Pater
G02B 17/08	G02B 13/18	G02B 25/00	ng	Laid Open Patent Application No.
			November 17, 1998	10-307263

(21) Application No. 9-116724

(22) Date of Filing May 7, 1997

Assignee Olympus Optical Co., Ltd.

Inventors Takahashi, Junko

(72)

Title of the Invention Prism Optical Element and Image

Takahashi, Koich

(73)

Viewing Apparatus

[Claims]

[Claim 1] A prism optical element comprising a plural ity of surfaces between which a medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1) is sandwiched,

characterized in that the prism optical element has: a first surface having both a transmission property of making a light ray enter the prism optical element or making a light ray exit from the prism optical element, and an internal reflection property in the prism optical element; a second surface disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between, and having an internal reflection property in the prism optical element; a third surface disposed in a position substantially in the vicinity of the second surface so as to be opposed to the first surface with the medium in between, and having an internal reflection property in the p rism optical element; and a fourth surface having a transmission property of making the light ray exit from the prism optical element, and making the light ray enter the prism optical element when the first surface has the property of making the light ray exit from the prism optical element, and when the refractive index, to the d-line, of the medium is n_d and the angle of internal reflection of a given light ray at the third surface is θ a, the following expression (1) is satisfied:

 $\sin^{-1}(1/n_d) \le \theta_{cl} \le 60^{\circ}$... (1)

[Claim 2] An image viewing apparatus having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, characterized in that the cycpiece optical system has a prism member having a surface structure provided with at least three surfaces among which a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1) is filled, the prism member internally reflects at least three times a light ray emanating from the image forming means, at least two of the at least three internal reflections is total reflection, at least one of the at least two total reflections is performed by a surface disposed on the

viewer side of the single medium of the prism member, the surface is a curved surface that corrects an aberration caused by the internal reflection by the prism member, and

in order that the outside world can be viewed through at least two of the at least three surfaces of the prism member, the at least two surfaces are disposed opposed to each other so as to decrease distortion caused when the outside world is viewed with the single medium sandwiched therebetween.

[Claim 3] An image viewing apparatus having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, characterized in that the eyepiece optical system includes at least a prism member, the prism member has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property of transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces is

filled with a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1),

the four optical property surfaces comprise: a first surface having a transmission property and a reflection property, and disposed on a side of a viewer's eye ball; a second surface having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between and to be at least decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting; a third surface having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between and to be substantially adjacent to the second surface; and a fourth surface disposed so that one end thereof is substantially adjacent to the first surface and the other end thereof is substantially in the vicinity of the third surface,

the prism member is structured so that at least the third surface has a total reflection property, and the first surface, the single medium and the third surface are structured so as to have an outside world viewing property that enables the outside world to be viewed through the first surface, the single medium and the third surface.

[Claim 4] An image viewing apparatus having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, characterized in that the eyepiece optical system includes at least a prism member,

the prism member has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property of transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces is filled with a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1).

the four optical property surfaces comprise: a first surface having a transmission property and a reflection property, and disposed on a side of a viewer's eye ball; a second su fface having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between and to be at least decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting; a third surface having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between and to be substantially adjacent to the second surface; and a fourth surface disposed so that one end thereof is substantially adjacent to the first surface and the other end thereof is substantially in the vicinity of the third surface,

the prism member is structured so that at least the second surface or the third surface has a total reflection property, and line of sight detecting means for detecting the viewer's line of sight is disposed in the vicinity of an area where total reflection by the second surface or the third surface having the total reflection property is caused.

[Detailed Description of the Invention]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to a prism optical element and an image viewing apparatus, and more particularly, to a head - or face-mounted image display apparatus capable of being held on the viewer's head or face.

[Prior Art] Examples of a heretofore known head - or face-mounted image display apparatus include

-4-

-3-

one disclosed in Japanese Laid-open Patent Application No. H3-101709. In this image display apparatus, the image displayed on the image display device is transmitted as an aerial image by a apparatus, the image displayed on the image display device is transmitted as an aerial image by a relay optical system comprising positive lens elements, the aerial image is enlarged by an eyepiece optical system comprising a concave reflecting mirror, and the enlarged image is projected within the viewer's eye ball.

Examples of another type of conventional image display apparatus is one disclosed in United States Patent No. 4,669,810. In this apparatus, an intermediate image of the image on a CRT is formed through a relay optical system, and the intermediate image is projected onto the viewer's eye by a combiner having a reflection holog raphic element and a hologram surface.

Examples of yet another type of conventional image display apparatus include one disclosed in United States Patent No. 4,026,641. In this apparatus, the image on the image display device is transmitted to a curved o bject surface by a transfer element, and the object surface is projected in the air by a toric reflecting surface.

Examples of still another type of conventional image display device include one disclosed in United States Reissued Patent No. 27,356. This apparatus is an eyepiece optical system that projects the object surface onto the exit pupil by a semitransparent concave mirror and a semitransparent plane mirror

Ones disclosed in the following are also known: United States Patent No. 4,322,135; United States Patent No. 4,969,724; European Patent No. 0,583,116A2; and Japanese Laid -open Patent Application No. H7-33355L

[Problem to be Solved by the Invention] However, in the image display apparatuses of the type in which the image on the image display d evice is relayed like the ones disclosed in Japanese Laid-open Patent Application No. H3-101709 and United States Patent No. 4,669,810, since it is necessary to use several lens elements as the relay optical system in addition to the eyepiece optical system irrespective of the form of the eyepiece optical system, the optical path length is large, so that

the optical system is large in size and heavy in weight

A heat-mounted image display apparatus is wom on the human body, particularly on the head. Therefore, when the amount of protrusion of the apparatus from the face is large, the distance from the point at which the apparatus is supported on the head to the center of gravity of the apparatus is long, which results in poor balance when the apparatus is wom. In addition, there is a fear that the apparatus bumps against an object when the viewer wearing the apparatus moves or turns. That is, it is important for head-mounted image display apparatuses to be compact and lightweight. A great factor that decides the size and weight of the apparatus is the optical system structure.

However, when only a normal magnifier is used as the eyepiece optical system, an extremely large amount of aberration is generated and there is no means for correcting it. Altho ugh spherical aberration can be corrected to some extent by making the concave surface of the magnifier aspherical, since aberrations such as coma aberration and curvature of field remain, the apparatus cannot be practical when the viewing angle is large. When only a concave mirror is used as the cyepiece optical system, means such that the generated curvature of field is corrected by a conduction element (fiber plate) having a surface curved in accordance with the curvature of field must be used as well as normal optical elements (lens elements and mirrors).

In the type in which the image on the image display device is projected onto the viewer's eye ball by use of a toric reflecting surface like the one disclosed in United States Patent No. 4,026,641, since curvature of field caused by the decentered toric reflecting surface is corrected by curving the object surface itself, it is difficult to use a so-called flat display such as an LCD (liquid crystal display device) as the image display device.

In the coaxial eyepiece optical system that projects the object surface onto the viewer's pupil by use of a semitransparent concave mirror and a semitransparent plane mirror like the one disclosed in United States Reissued Patent No. 27,356, since two semitransparent surfaces are used,

the image brightness decreases to as low as 1/16 even in theoretical value. In addition, since curvature of field caused by the semitransparent concave mirror is corrected by curving the object surface itself, it is difficult to use a flat display such as an LCD (liquid crystal display device) as the image display device like the conventional example described above.

a light ray exit from the prism optical element, and an internal reflection property in the prism having both a transmission property of making a light ray enter the prism optical element or making refractive index (n) higher than 1 (n>1) is sandwiched, the prism optical element has: a first surface above-mentioned object and comprising a plurality of surfaces between which a medium having a [Means for Solving the Problem] In a pris m optical element of the present invention achieving the image with few distortions and few aberrations even at a wide angle of view, and a prism optical object thereof is to provide a very-small-size image viewing apparatus that provides a clear viewing optical element; a second surface disposed so as to be opposed to the first surface with the medium surface has the property of making the light ray exit from the prism optical element, and when the the prism optical element, and making the light ray enter the prism optical element when the first from the prism optical element when the first surface has the property of making the light ray enter optical element; and a fourth surface having a transmission property of making the light ray exit first surface with the medium in between, and having an internal reflection property in the prism disposed in a position substantially in the vicinity of the second surface so as to be opposed to the in between, and having an internal reflection property in the prism optical element; a third surface element used for the image viewing apparatus ray at the third surface is θ_{id} , the following expression (1) is satisfied: refractive index, to the d-line, of the medium is no and the angle of internal reflection of a given ligh The present invention is made in view of the above -mentioned prior an problem, and an

$$\sin^{-1}(1/n_d) \le \theta_{12} \le 60^{\circ}$$
 ... (1)

In the present invention, the structure of the second surface and the third surface is not

-7-

limited to the one in which separately designed surfaces are disposed adjacent to eac hother, but includes a structure using one surface one partial area of which acts as the second surface and another partial area of which acts as the third surface. In that case, needless to say, an overlapping area that acts both the second surface and the third surface may be present because a ray bundle has a width.

In an image viewing apparatus according to the present invention having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, the eyepiece optical system has a prism member having a surface structure provided with at least three surfaces among which a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1) is filled, the prism member internally reflects at 1 east three times a light ray emanating from the image forming means, at least two of the at least three internal reflections is total reflection, at least one of the at least two total reflections is performed by a surface disposed on the viewer side of the single medium of the prism member, the surface is a curved surface that corrects an aberration caused by the internal reflection by the prism member, and in order that the outside world can be viewed through at least two of the at least three surfaces of the prism member, the at least two surfaces are disposed opposed to each other so as to decrease distortion caused when the outside world is viewed with the single medium sandwiched therebetween.

In another image viewing apparatus of the present invention having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, the eyepiece optical system includes at least a prism member, the prism member has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property of transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces and a surface other than the four surfaces is filled with a single medium having a refractive index (n) high er than 1 (n>1), the four optical property surfaces comprise: a first surface having a transmission property and a reflection property, and disposed on a side of a viewer's eye ball; a second surface having a

and to be at least decentered or inclined with respect to the first surface with the medium in between and to be at least decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting; a third surface having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the mediu m in between and to be substantially adjacent to the second surface; and a fourth surface disposed so that one end thereof is substantially adjacent to the first surface and the other end thereof is substantially in the vicinity of the third surface, the p rism member is structured so that at least the third surface has a total reflection property, and the first surface, the single medium and the third surface are structured so as to have an outside world viewing property that enables the outside world to be viewed through the first surface, the single medium and the third surface.

transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces is filled with a has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property of viewing eye ball, the eyepiece optical system includes at least a prism member, the prism member means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means reflection property, and line of sight detecting means for detecting the viewer's line of sight is prism member is structured so that at least the second surface or the third surface has a total to the first surface and the other end thereof is substantially in the vicinity of the third surface, the to the second surface; and a fourth surface disposed so that one end thereof is substantially adjacent so as to be opposed to the first surface with the medium in between and to be substantially adjacent with respect to the viewer's axis of sighting; a third surface having a reflection property and disposed opposed to the first surface with the medium in between and to be at least decentered or inclined side of a viewer's eye ball; a second surface having a reflection property and disposed so as to be comprise: a first surface having a transmission property and a reflection property, and disposed on a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1), the four optical property surfaces disposed in the vicinity of an area where total reflection by the second surface or the third surface In still another image viewing apparatus of the present invention having image forming

having the total reflection property is caused

In the present invention, the structure of the second surface and the third surface is not limited to the one in which separately designed surfaces are disposed adjacent to each other, but includes a structure using one surface one partial area of which acts as the second surface and another partial area of which acts as the third surface. In that case, needless to say, an overlapping area that acts both the second surface and the third surface may be present because a ray bundle has a width.

Hereinafter, the structures, actions and effects of the prism optical element, the image viewing apparatus and the image display apparatus of the present invention will be described. Particularly in the description of the image viewing apparatus and the image display apparatus, for convenience in the optical system design, description will be given based on backward ray tracing in which a light ray is traced from the position of the viewer's pupil to the image display device unless otherwise specified.

In this image viewing apparatus, the effect of bending the optical path is great by a light ray from the image display device (image forming means) being internally reflected three times in the eyepiece optical system, so that a very thin eyepiece optical system is realized. Further, by two of the three internal reflections being total reflection, the area covered with reflective coating is extremely small, and thus, the present invention succeeds in realizing a compact, lightweight and low-cost eyepiece optical system. Further, by two of the three internal reflections being total reflection, generation of a ghost image due to generation of unnecessary light, or decrease in contrast due to flare can be reduced. Normally, in an optical system having internal reflection and filled with an optical medium of a refractive index higher than 1, influences of light exiting from the image display device at a large angle and unnecessary light due to reflection not on the normal light ray path are a problem. According to the present invention, since the area covered with reflective coating is small because of the use of two totally reflecting surfaces, unnecessary light other than the

normal luminous flux that reaches the pupil from the image display device passes through the two internally reflecting surfaces, so that the unnecessary light that re aches the viewer's pupil is significantly reduced.

This action will be detailed with reference to FIG 20. FIG 20 is an enlarged view of a portion, on which light from an image display device 7 is incident, of a decentered prism 12 in which a space formed by three surfaces 101, 102 and 103 decentered with respect to the optical axis is filled with a medium having a refractive index higher than 1. Reference numeral 15 represents the viewer's eye ball. Reference numeral 101 represents an incident surface. Reference numeral 102 represents an outside world side reflecting or totally reflecting surface. Reference numeral 103 represents a viewer side refracting or reflecting surface. (a) of FIG 20 shows a case where the reflecting surface 102 is a totally reflecting surface and is not covered with reflective coating. In the case of (a) of FIG 20, light exiting from the left side of the image display device 7 at a large angle is incident on the incident surface 101 of the decentered prism 12 to be refracted, is reflected at the reflecting surface 102 covered with reflective coating, and passes through the refracting surface 103 to be incident on the viewer's eye ball 15. Consequently, the viewer sees an unnecessary electronic image in an upper part of the viewer's field of view in addition to the normal image on the image display device 7 (hereinafter, referred to as electronic image), or flare is caused in an upper part.

In the case of (b) of FIG. 20, light exiting from the left side of the image display device 7 at a large angle is incident on the incident surface 101 of the decentered prism 12 to be refracted, and passes through the reflecting surface 102 n ot covered with reflective coating because the light is incident thereon at an angle not more than a critical angle. Consequently, the light is transmitted toward the side opposite to the viewer and is not incident on the viewer's eye ball 15. That is, a ghost image or flare is not caused.

The above-described action can similarly be caused at a totally reflecting surface in cases other than this example. This can be achieved by setting the luminous flux of a light ray path for viewing the normal electronic image, so as to have an incident angle not less than a critical angle, and setting other luminous fluxes with exit angles that can cause a ghost or flare, so as to be at an angle not more than the critical angle at the totally reflecting surface. By p roviding two totally reflecting surfaces, the above-described effect is easily obtained, so that a clear viewing image with no ghost image and little reduction in contrast due to flare can be provided to the viewer

First, in the prism optical element of the present invention, assuming that it is used as an eyepiece optical system (viewing optical system) of an image viewing apparatus or an image display apparatus, since it comprises a prism member that causes internal reflection at least three times and the prism member is filled with a medium having a refractive index higher than 1, in addition to the effect that the eyepiece optical system can significantly be reduced in thickness by the above-described effect of bending the optical path, the effect of a berration correction because of the structure in which internal reflection is caused at least three times is great, so that a clear viewing image can be provided in the entire area of the screen. This will be detailed below.

The principal optical power of the prism optical element is provided by the second surface which is a reflecting surface. In this case, since the optical system can be structured with a large radius of curvature compared to a refractive system having the same optical power, aberration generation can be reduced. Since the outside world side reflecting surface is divided into two different surfaces (the second surface and the third surface), the reflected light can be set in a desired direction without depending on the curvature of each surface. Therefore, the optical system can be provided with a shape conforming to the shape of the viewer's face, and the image display device can be disposed with its back facing the viewer side. Particularly, in the case of an image display device requiring a backlight such as an LCD, since the backlight and the electric system are disposed on the viewer side, the image display apparatus does not protrude forward, so that the overall

protrusion of the image display apparatus can be minimized

Generally, when a concave mirror is disposed so as to be decentered or inclined with respect to the optical axis, aberrations due to decentering that are not caused in coaxial systems are caused. In the prism optical element of the present invention, when it is used for an image viewing apparatus or an image display apparatus, since the second surface is decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting, aberrations due to decentering are caused. Particularly, since the axial optical power in a direction along within a plane including the optical path of the axial principal ray (tangential direction) and that in a direction including the axis of sighting and vertical to a plane including the optical path of the axial principal ray (sagittal direction) are different, astigmatism and coma aberration are caused. To correct these decentering aberrations, by at least one of the at least four surfaces constituting the prism optical element being a surface where the optical power in the tangential direction and that in the sagittal direction are different, that is, a rotationally asymmetric surface, the decentering aberrations caused on the second surface can be rotationally asymmetric surface, the decentering aberrations caused on the second surface can be

Further, it is effective for the prism optical element to comprise surfaces inc luding only one symmetric surface. When the image display device is disposed on the viewer's axis of sighting (axial principal ray), by at least one of the surfaces constituting the eyepiece optical system being a surface having a symmetric surface in the sagittal direction, a horizontally symmetric viewing image can be projected onto the viewer's eye ball. On the other hand, by providing no symmetric surface in the tangential direction of the surface, the degree of freedom in the tangential direction inc reases, so that the decentering aberrations caused within the plane including the optical path of the axial principal ray can more excellently be corrected.

When the eyepiece optical system comprises at least four surfaces, the reflection at the first surface can be total reflection. By the first surface disposed immediately before the viewer's pupil being a totally reflecting surface, the area where a light ray exits from the eyepiece optical

system and the internal reflection area can be overlapped with each other. That is, one surface can be provided with two properties, which enables size reduction of the eyepiece optical system.

Moreover, since the above-mentioned effect of reducing ghost or flare by a totally reflecting surface is also obtained on the first surface, a clearer viewing image can be provided. Further, since reflective coating is provided only on the second surface, manufacturability improves.

Moreover, in the prism optical element, when the refractive index, to the d-line, of the medium is n_d and the angle of internal reflection of a given light ray at the third surface is θ_{cb} , it is desirable to satisfy

so that a more inexpensive image display apparatus can be realized.

$$\sin^{-1}(1/n_d) \le \theta_{c0} \le 60^{\circ}$$
 ... (1)

It is important to satisfy the expression (1). By \$\theta\$ 25 being not less than the lower limit sin -1(1/nd) the angle of internal reflection at the third surface is not less than the critical angle, so that the given light ray emanating from the image display device is enabled to be totally reflected at the third surface.

When the angle of reflection at the third surface is too large, the prism optical element is long in a direction vertical to the axis of sighting (tangential direction). Particularly, in the case of a wide-angle image display apparatus, the off-axial ray spreads to such an extent that it cannot reach the first surface at which it is reflected next, so that the prism optical elemen t cannot be realized. Therefore, it is desirable that the given light ray emanating from the image display device be set at not more than 60° which is the upper limit of the expression (1) at the third surface. Further, it is desirable that the following expression (2) be satisfied:

$\sin^{-1}(1/n_d) \le \theta \le 50^\circ \dots (2)$

Since the third surface is a curved surface inclined or decentered with respect to the optical axis

(axial principal ray), the smaller the angle of reflection at this surface is, the smaller the generation of aberrations due to decentering, particularly coma aberration is. Therefore, it is desirable that the

given light ray emanating from the image display device be set at not more than 50 ° which is the upper limit of the expression (2) at the third surface.

Moreover, to realize an inexpensive image display apparatus, it is important that at least one of the surfaces constituting the prism optical element be a plane. Since the other surfaces can be defined with the at least one plane as the reference, mechanical design and manufacture of the optical system can easily be performed. This enables reduction in processing time, a simplified overall layout of the apparatus and the like, so that a large cost reduction can be realized.

Moreover, similar effects can be obtained by at least one surface being a spherical surface in that case, since it is easy to define the other surfaces with one spherical surface as the reference, the overall layout of the apparatus and the like are simplified, so that a large cost reduction is enabled.

It is desirable that the refractive index ${f n}$ of the medium of the prism optical element be

higher than 1.3.

It is apparent from the description given above that a viewing optical system can be structured by disposing the prism optical element in the viewing optical system.

In that case, the prism optical element may be disposed in the objective lens, or may be disposed in a position that is in the rear of the objective lens and in image erecting means for erecting an object image formed by the objective lens. In the latter, the prism optical element may be provided with both an image erecting property and an eyepiece lens property.

Moreover, the prism optical element of the present invention may be used as a head-mounted image display apparatus having image for ming means comprising an LCD (liquid crystal display device) or a CRT disposed so as to be opposed to the fourth surface of the above-described prism optical element, or image forming means comprising an LCD, a CRT or the like relayed by a relay optical system, and a holding member that holds the prism optical element and the image forming means on the viewer's face, wherein a luminous flux emanating from the

image forming means is, in the order of optical paths in the prism optical element, incident on the fourth surface, reflected at the third surface, reflected at the first surface, reflected at the second surface, and exits from the first surface.

In the present invention, one surface may be used both as the second surface and the third surface. In that case, since the physical number of surfaces can be reduced by one, the process can be simplified in optical design and in prism manufacture, which contributes to mass productivity and price reduction. Further, it is desirable that physically one surface having both the property of the second surface and the property of the third surface be used both as the second and the third surfaces and the areas in which the luminous flux is internally reflected be set so as to overlap each other, because size reduction of the prism member can be realized.

Moreover, in an image viewing apparatus of the present invention having image forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a viewing eye ball, the eyepiece optical system has a prism member having a surface structure provided with at least three surfaces among which a single medium having a refractive index (n) higher than 1 (n>1) is filled, the prism member internally reflects at least three times a light r ay emanating from the image forming means, at least two of the at least three internal reflections is total reflection, at least one of the at least two total reflections is performed by a surface disposed on the viewer side of the single medium of the pri sm member, the surface is a curved surface that corrects an aberration caused by the internal reflection by the prism member, and in order that the outside world can be viewed through at least two of the at least three surfaces of the prism member, the at least two surfaces are disposed opposed to each other so as to decrease distortion caused when the outside world is viewed with the single medium sandwiched therebetween.

In the image viewing apparatus of the present invention, since a third surface 5 is a totally reflecting surface and is not covered with reflective coating, the outside world light passing through the third surface 5 and a first surface 3 reaches the viewer's eye ball 15. Consequently, the outside

world can be viewed in an area α different from the electronic image viewing area β . That the viewer can view the outside world image and the electronic image in different partial areas as mentioned above indicates, for example, that the viewer can simultaneously view the outside world in an upper area and the electronic image in a lower area in the viewer's field of view. The different partial areas may be areas arranged in any direction and parts such as upper and lower areas or left and right areas as long as the viewer can view the two images in different partial areas, respectively. By providing such a function, the viewer can recognize the outside world while wearing the image display apparatus, so that a safe image display apparatus can be provided that can prevent danger and deal with emergencies. As a result, the area of application as an image display apparatus is widened.

In the image forming apparatus, it is desirable that the image forming means be an image display device (one relayed by the relay optical system is not predetermined) such as an LCD or a CRT of which image formed screen is disposed so as to be opposed to the fourth surface and the second surface be a curved surface.

Moreover, the image forming apparatus can be structured as a head-mounted image display apparatus by providing a holding member that holds the image display device and the eyepiece optical system in front of the viewer's eye ball, and forming the prism member so that the luminous flux emanating from the image display device is incident on the fo urth surface, the incident luminous flux is reflected at the third surface, the reflected luminous flux is reflected at the first surface, the reflected luminous flux is reflected at the second surface and the reflected luminous flux exits from the first surface.

Moreover, in the image viewing apparatus, it is desirable that the prism member can be fixed in the same position both when an image formed by the image forming means is viewed and when the outside world image is viewed, and in that case, as descr ibed below with reference to FIG 7, the image from the image forming means and the outside world image can be viewed in different

partial areas through the first surface and the third surface.

The prism member may be provided with switching means for swi tching between viewing of an image formed by the image forming means and viewing of the outside world image, and be moved by the switching means.

That is, by moving the prism member so that the first surface of the eyepiece optical system disposed immediately before the viewer's eye ball and the third surface disposed on the outside world side and totally reflecting part of the principal ray are in the vicinity of the viewer's axis of sighting, the outside world image can be viewed in the periphery of the axis of sighting when the viewer faces straight forward, that is, in the vicinity of the center of the field of view, so that the viewer can recognize the outside world before his eyes while wearing the image display apparatus.

Consequently, an image disp lay apparatus ensuring safety can be realized.

Moreover, in a structure where the electronic image is kept displayed, by moving and returning the eyepiece optical system, the outside world image and the electronic image can be recognized while switching therebetween is made, so that the area of application is widened.

In this case, it is desirable for the switching means to move the prism member so that the optical path from the prism member to the viewer's eye ball when an image formed by the image forming means is viewed substantially coincides with the optical path from the prism member to the viewer's eye ball when the outside world image is viewed.

Moreover, in a structure where the prism member is moved in a direction along a plane including the optical path of the axial principal ray, since the prism member is linearly moved, the moving mechanism and the overall layout of the apparatus are simplified, so that an inexpensive image display apparatus can be realized.

Moreover, in a structure where the prism member is movable in a direction vertical to the axis of sighting, since not only the overall layout of the apparatus and the moving mechanism are simplified but also the amount of forward protrusion from the viewer is the same even after the

eyepie œ optical system is moved, a small-size and compact image display apparatus can be provided.

Moreover, in a structure where the prism member is rotatable, since the outside world can be viewed by moving the prism member with a simple rotating mechanism, the mechanism itself is inexpensive, and further, in a structure where the prism members on the left and on the right are simultaneously rotated, the outside world can be recognized with both eyes, so that safety increases and the layout of the apparatus can be realized with a simple structure.

having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in and to be at least decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting; a th ird surface a reflection property, and disposed on a side of a viewer's eye ball; a second surface having a (n>1), the four optical property surfaces comprise: a first surface having a transmission property and member has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property structured so as to have an outside world viewing properly that enables the outside world to be has a total reflection property, and the first surface, the single medium and the thir d surface are in the vicinity of the third surface, the prism member is structured so that at least the third surface one end thereof is substantially adjacent to the first surface and the other end thereof is substantially between and to be substantially adjacent to the second surface; and a fourth surface disposed so that reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between other than the four surfaces is filled with a single medium having a refractive index (n) higher than i of transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces and a surface means to a viewing eye ball, the eyep iece optical system includes at least a prism member, the prism forming means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming other than the four optical property surface s is a prism side surface or a cut surface having no optical viewed through the first surface, the single medium and the third surface. In this case, the surface Moreover, in another image viewing apparatus of the present invention having image

property.

of the eyepiece optical system 12, totally reflected at the third surface 5, totally reflected at the first eyepiece optical system, reference numeral 15 represents the viewer's eye ball, and reference represents a first surface of an eyepiece optical system 12, reference numeral 4 represents a second viewer's eye, reference numeral 2 represents the viewer's axis of sighting, reference numeral 3 medium having a refractive index higher than 1. In the figure, reference numeral 1 represents the formed by four surfaces 3, 4, 5 and 6 decentered with respect to the optical axis is filled with a reference to FIG. 7. FIG. 7 is a cross-sectional view of a decentered prism 12 in which a space outside world side of the eyepiece optical system. This action and effect will be described with through a surface disposed immediately before the viewer's eye ball and a surface disposed on the image onto the viewer's eye ball 15 with the viewer's pupil 1 as the exit pupil such that the light ray emanating from the image display device 7 is incident on the fourth surface 6 numeral 16 represents an optical filter. The actual light ray path from the image display device 7 is surface, reference numeral 7 represents an image display device, reference numer al 12 represents the surface 3, reflected at the second surface 4, and again passes through the first sur face to project an surface, reference numeral 5 represents a third surface, reference numeral 6 represents a fourth These image viewing apparatuses are structured so that the outside world can be viewed

In the image viewing apparatus of the present invention, since the third surface S is a totally reflecting surface and is not covered with reflective coating, the outside world light passing through the third surface S and the first surface S reaches the viewer's eye ball S. Consequently, the outside world can be viewed in an area S different from the electronic image viewing area S. That the viewer can view the outside world image and the electronic image in different partial areas as mentioned above indicates, for example, that the viewer can simultaneously view the outside world in an upper area and the electronic image in a lower area in the viewer's field of view. The different partial areas may be areas arranged in any direction and parts such as upper and lower areas different partial areas may be areas arranged in any direction and parts such as upper and lower areas

or left and right areas as long as the viewer can view the two images in different partial areas, respectively. By providing such a function, the viewer can recognize the outside world while wearing the image display apparatus, so that a safe image display apparatus can be provided that can prevent danger and deal with emergencies. As a result, the area of application as an image display apparatus is widened.

In the image forming apparatus, it is desirable that the image forming means be an image display device (one relayed by the relay optical system is not predetermined) such as a CLD, a CKT or the like of which image formed screen is disposed so as to be opposed to the fourth surface and the second surface be a curved surface.

Moreover, the image forming apparatus can be structured as a head -mounted image display apparatus by providing a holding member that holds the image display d evice and the eyepiece optical system before the viewer's eye ball, and forming the prism member so that the luminous flux emanating from the image display device is incident on the fourth surface, the incident luminous flux is reflected at the third surface, the reflected luminous flux is reflected at the first surface, the reflected luminous flux is reflected at the second surface and the reflected luminous flux exits from the first surface.

Moreover, in the image forming apparatus, it is desirable that the surface disposed immediately before the viewer's eye ball and the surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system be formed so that the composite optical power in given positions of the two surfaces is substantially zero with respect to the outside world light. When the composite optical power of the two surfaces with respect to the outside world light is substantially zero, the outside world image viewed through the image forming apparatus is substantially equal to the outside viewed with the naked eye, so that a more natural outside world image can be viewed.

Consequently, danger can be prevented and the outside world can precisely be recognized in an emergency, so that a very safe image display apparatus can be provid ed.

In this case, the first surface and the third surface may be curved surfaces, spherical surfaces or plane surfaces. When the viewer views the outside world, the light ray from the outside world passes through the totally reflecting area of the intern ally reflecting surface disposed on the outside world side and the refracting surface disposed immediately before the viewer's eye ball to be projected onto the viewer's pupil. By the two surfaces being not aspherical but spherical, the ourvatures of the surfaces do not change, so that viewing of a more natural off-axial outside world image is facilitated. Moreover, in a structure where the first surface disposed immediately before the viewer's eye ball and the third surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system are plane surfaces, since the surfaces have no optical power, a natural outside world image can be viewed. Further, in a structure where the two surfaces are vertical to the viewer's axis of sighting and disposed so as to be parallel to each other, since the outside world is viewed merely through a transparent plate, a very natural outside world image can be viewed.

In these structures, when the composite optical power, with respect to the outside world light, in given positions of the surface disposed immediately before the viewer's eye ball and the surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system is ϕ_a , it is desirable that the following expression be satisfied:

-0.5≦ofu≦0.5(1/mm) ...(3)

Here, ϕ_{u} corresponds to each of the optical power $\phi_{u}(yz)$ within a plane including the axial principal ray and the optical power $\phi_{u}(xz)$ within a plane vertical to the surface including the axial principal ray. Since the magnification when the outside world light passes through the decentered prism can be set to a value close to 1 by satisfying the condition of the expression (3), a more natural outside world image can be viewed.

Moreover, in the image viewing apparatus, it is desirable that the prism member can be fixed in the same position both when an image formed by the image forming means is viewed and when the outside world image is viewed, and in that ca se, as described above with reference to FIG.

7, the image from the image forming means and the outside world image can be viewed in different partial areas through the first surface and the third surface.

The prism member may be provided with switching m cans for switching between viewing of an image formed by the image forming means and viewing of the outside world image, and be moved by the switching means.

That is, by moving the prism member so that the first surface of the eyepiece optical system disposed immediately before the viewer's eye ball and the third surface disposed on the outside world side and totally reflecting part of the principal ray are in the vicinity of the viewer's axis of sighting, the outside world image can be viewed in the perip hery of the axis of sighting when the viewer faces straight forward, that is, in the vicinity of the center of the field of view, so that the viewer can recognize the outside world before his eyes while wearing the image display apparatus.

Consequently, an image display apparatus ensuring safety can be realized.

Moreover, in a structure where the electronic image is kept displayed, by moving and returning the eyepiece optical system, the outside world image and the electronic image can be recognized while switching therebetween is made, so that the area of application is widened.

In this case, it is desirable that the surface disposed immediately before the viewer's eye ball and the surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system be formed so that the composite optical power of the two surfaces is substantially zero with respect to the outside world light. When the composite optical power of the two surfaces with respect to the outside world light is substantially zero, the viewer can view a more natural outside world image, so that danger can be prevented and emergencies can appropriately be dealt with. As a result, a very safe image display apparatus can be provided.

When the composite optical power, with respect to the outside world light, in given positions of the surface disposed immediately before the viewer's eye ball and the surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system is ϕ_{co} , it is desirable that the following

expression be satisfied:

-0.5≤φ₂≤0.5 (1/mm) ... (4)

Here, $\phi_{\mathcal{C}}$ corresponds to each of the optical power $\phi_{\mathcal{C}}(yz)$ within a plane including the axial principal ray and the optical power $\phi_{\mathcal{C}}(xz)$ within a plane vertical to the surface including the axial principal ray. Since the magnification when the outside world light passes through the decentered prism can be set to a value close to 1 by satisfying the condition of the expression (4), a more natural outside world image can be viewed.

In this case, it is desirable for the switching means to move the prism member so that the optical path from the prism member to the viewer's eye ball when an image formed by the image forming means is viewed substantially coincides with the optical path from the prism member to the viewer's eye ball when the outside world image is viewed.

Moreover, in a structure where the prism member is moved in a direction along a plane including the optical path of the axial principal ray, since the prism member is linearly moved, the moving mechanism and the overall layout of the apparatus are simplified, so that an inexpensive image display apparatus can be realized.

Moreover, in a structure where the prism member is movable in a direction vertical to the axis of sighting, since not only the overall layout of the ap paratus and the moving mechanism are simplified but also the amount of forward protrusion from the viewer is the same even after the cyepiece optical system is moved, a small -size and compact image display apparatus can be provided.

Moreover, in a structure where the prism member is rotatable, since the outside world can be viewed by moving the prism member with a simple rotating mechanism, the mechanism itself is inexpensive, and further, in a structure where the prism members on the left and on the right can simultaneously be rotated, the outside world can be recognized with both eyes, so that safety increases and the layout of the apparatus can be realized with a simple structure.

(n>1), the four optical property surfaces comprise: a first surface having a transmission property and other than the four surfaces is filled with a single medium having a refractive index (n) higher than 1 transmission or reflection, a space surrounded by the four optical property surfaces and a surface has, in its surface structure, at least four optical property surfaces having an optical property of viewing eye ball, the eyepiece optical system includes at least a prism member, the prism member means and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image forming means to a in the vicinity of the third surface, the prism member is structured so that at least the second surface one end thereof is substantially adjacent to the first surface and the other end thereof is substantially between and to be substantially adjacent to the second surface; and a fourth surface disposed so that having a reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in and to be at least decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting; a third surface reflection property and disposed so as to be opposed to the first surface with the medium in between a reflection property, and disposed on a side of a viewer's eye ball, a second surface having a surface or the third surface having the total reflection property is caused. In this case, the surface viewer's line of sight is disposed in the vicinity of an area where total reflection by the secon d or the third surface has a total reflection property, and line of sight detecting means for detecting the optical property. other than the four optical property surfaces is also a prism side surface or a cut surface having no In still another image viewing apparatus of the present invention having image forming

vicinity of the optical system enables detection of the viewer's line of sight. The detection of the three surfaces 3, 4 and 6 decentered with respect to the op tical axis is filled with a medium having view of an image display apparatus comprising a decentered prism 12 in which a space formed by line of sight will be described with reference to FIGs. 5 and 6. (a) of FIG. 5 is a cross -sectional display apparatus will be described. The disposition of the line of sight detecting means in the Now, the action and effect when the image viewing apparatus is structured as an image

> a refractive index higher than 1, and an image display device 7. FIG 6 is a cross -sectional view of refractive index higher than 1, and an image display device 7. In the figures, reference numeral 1 four surfaces 3, 4, 5 and 6 decentered with respect to the optical axis is filled with a medium having view of an image display apparatus comprising a decentered prism 12 in which a space formed by refractive index higher than 1, and an image display device 7. (b) of FIG. 5 is a cross-sectional eyepiece optical system, and the reference numeral 15 represents the viewer's eye ball. represents a line of sight detecting optical system, reference numeral 10 represents a line of sight fourth surface, reference numeral 7 represents the image display device, reference numeral 9 a second surface, reference numeral 5 represents a third surface, reference num eral 6 represents a numeral 3 represents a first surface of an eyepiece optical system 12, reference numeral 4 represents represents the viewer's pupil, reference numeral 2 represents the viewer's axis of sighting, reference surfaces 3, 4, 5 and 6 decentered with respect to the optical axis is filled with a medium having a another image display apparatus comprising a decentered prism 12 in w hich a space formed by four detector, reference numeral 11 represents illuminating means, reference numeral 12 represents the

system 12, to be incident on the line of sight detecting means 9 and 10. However, since the second pass through the first surface 3 disposed immediately before the viewer's pupil I and the second optical system 12 in between. In this case, it is necessary for the image of the viewer's pupil 1 to the outside world side opposed to the viewer's eye ball 15 with the decentered prism of the eyepiece covered with reflective coating, to direct the image of the viewer's pupil 1 to the line of sight surface 4 disposed on the outside world side of the eyepiece optical system 12 is a reflecting surface surface 4 which is a reflecting surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical detecting means 9 and 10, it is necessary for the reflecting surface to have a part NC not covered with reflective coating (coating hole), which has a detrimental effect on the image being viewed. (a) of FIG. 5 is a view in which the line of sight detecting means 9 and 10 are disposed on

(b) of FIG 5 and FIG 6 show image display apparatuses which are image viewing

apparatuses of the present invention. The third surface 5 which is a reflecting surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system 12 is set so that a part thereof totally reflects light. It is unnecessary to cover the totally reflecting part with reflective coating because the totally reflecting part reflects light from the image display device 7 without covered with reflective coating and the image of the viewer's pupil 1 passes through the first surface 3 disposed immediately before the viewer's pupil 1 and the totally reflecting part of the third surface 5 disposed on the outside world side of the eyepiece optical system, so that the image of the viewer's pupil can be detected by the line of sight detecting means 9 and 10. Consequently, the line of sight can be detected without forming the coating hole that has a detrimental effect on viewing of the electronic image, in the reflecting surface of the eyepiece optical system.

In this case, it is desirable for the first surface of the decentered prism to have a total reflection property. In that case, it is desirable for the line of sight detecting means to be disposed in a position to detect the viewer's line of sight through the second surface or the totally reflecting area of the third surface.

Moreover, it is desirable to provide the illuminating means for illuminating the viewer's eye ball. In this image display apparatus, the viewer's line of sight can precisely be detected because a bright image can be detected by illuminating the viewer's eye ball. Moreover, it is desirable that the illuminating means be disposed on the outside world side of the eyepiece optical system. When the illuminating means 11 is disposed between the viewer's face and the eyepiece optical system 12 like (a) of FIG 5, there is a possibility that it interfaces with glasses or the like. However, by disposing the illuminating means 11 on the outside world side of the eyepiece optical system 12 like (b) of FIG 5, the interference with the viewer's face can be avoided. Further, by disposing the illuminating means 11 so that the illuminating light from the illuminating means 11 passes through the totally reflecting part of the reflecting surface of the eyepiece optical system 12, the viewer's pupil can be illuminated without the coating hole formed. Moreover, it is desirable to

the illuminating means to use infrared light. That an electronic image is viewed indicates that the viewer's pupil is illuminated by light of the image display device. In the line of sight detecting means required to capture a feeble virtual image and perform image analysis such as one employing a comeal reflex method, it is necessary to eliminate the reflection image caused by the luminous flux of the image display device of which light emanation amount changes from moment to moment.

Normally, the image display device is an LCD or the like, and the emanating light is in a waveband of the visible region. Therefore, the influence of light from the image display device can be reduced by the illuminating means using infrared light.

In this case, the image viewing apparatus can also be structured as a head -mounted image display apparatus by providing a holding member that holds the eyepiece optical system, the image forming means and the line of sight detecting means before the viewer's face.

Moreover, the image forming apparatus can be provided with positioning means for positioning the image forming means and the eyepiece optical system with respect to the viewer's head.

Purther, it can be made possible to view a three-dimensional image or the like with both eyes by providing supporting means for supporting at least two pairs of such image forming apparatuses with a predetermined interval in between.

Next, in an image display apparatus according to the present invention having an image display device and an eyepiece optical system that directs an image formed by the image display device so that it can be viewed as a virtual image, the eyepiece optical system includes: a decentered prism in which a space formed by at least two surfaces is fi lied with a medium having a refractive index higher than 1 and at least one of a first surface situated immediately before the viewer's eye ball and a second surface which is a reflecting surface opposed to the first surface is a curved surface decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting, and aberration correcting means disposed outside the second surface and for correcting aberrations caused with respect to the outside

world light on the first surface and the second surface by dece ntering.

In the image display apparatus, when the outside world image is viewed through the first surface situated immediately before the viewer's eye ball and the second surface which is a reflecting surface opposed to the first surface, since at least one of the two surfaces is decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting, the viewed outside world image is similar to one viewed through a lens having an optical power biased asymmetrically with respect to the optical axis.

Therefore, by disposing aberration correcting means such as a Fresnel lens that cancels the optical power of the second surface biased toward the outside world side, the viewer can view a more natural outside world image. Further, since the Fresnel lens is a very thin optical element, a small-size image display apparatus can be provided without the size increased.

Moreover, in the present invention, the Fresnel lens may be replaced by a different optical element such as a diffraction optical element or a holograp hic optical element as long as the above-mentioned effect is obtained.

When a Fresnel lens is used, it is desirable that the center of the zone of the Fresnel lens be situated within a plane including the optical path of the axial principal ray from the i mage display device and the Fresnel lens be decentered vertically to the axia of sighting within the plane including the optical path of the axial principal ray. The use of a Fresnel lens having an axially symmetrical configuration which is excellent in manufacturability enables cost reduction. By disposing a Fresnel lens having an axially symmetrical optical power so as to be decentered with respect to the axis of sighting within the plane including the optical path of the axial principal ray, aberration s caused with respect to the outside world light on the first surface and the second surface by decentering can more excellently be corrected.

Moreover, the Fresnel lens may be disposed in a manner such that the center of the zone of the Fresnel lens is situated on the plane including the optical path of the axial principal ray, that the Fresnel lens is inclined with respect to the axis of sighting and that the direction of the inclination is

along the configuration of the second surface. Disposing the Fr esnel lens along the configuration of the second surface is disposing it so as to be inclined with respect to the viewer's axis of sighting. Therefore, the optical power can be set to a biased optical power being asymmetrical with respect to the optical axis, so that aberrations caused with respect to the outside world light on the first surface and the second surface by decentering can more excellently be corrected. Further, the amount of protrusion with respect to the viewer and the space between the ey epiece optical system and the Fresnel lens are reduced, so that a very compact image display apparatus without an unnecessary space can be provided.

In another image forming apparatus of the present invention having an image display device and an eyepicce optical system that directs an image formed by the image display device so that it can be viewed as a virtual image, the eyepicce optical system includes: a decentered prism in which a space formed by at least three surfaces is filled with a medium having a refractive index higher than I, the at least three surfaces comprise a refracting and internally reflecting surface situated immediately before the viewer's eye ball, an outside world side internally reflecting surface disposed on the outside world side of the eyepicce optical system so as to be opposed to the refracting and internally reflecting surface, and a refracting surface on which the luminous flux emanating from the image display device is incident, at least one of the surfaces is decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting, and internal reflection occurs at least three times; and a second optical element that cancels the optical power caused with respect to the outside world light on the second surface when the outside w orld is viewed through the refracting and internally reflecting surface, and the second optical element is disposed on the outside world side internally reflecting surface.

When the outside world image is viewed through the first surface situated immediately before the viewer's eye ball and the second surface which is a reflecting surface opposed to the first

surface, since at least one of the two surfaces is decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting, the viewed outside world image is similar to one viewed through a lens having a biased optical power that varies according to the image height. Therefore, by dis posing the second optical element that cancels the biased optical power caused with respect to the outside world light on the second surface, on the outside world side of the cycpiece optical system; the viewer can view a more natural and wider-area outside world image. Consequently, a safe image display apparatus can be provided that can prevent danger and deal with emergencies.

In this case, the eyepiece optical system may comprise a decentered prism in which a space formed by four surfaces is filled with a medium having a refractive index higher than 1, the four surfaces comprise a first surface which is a refracting and reflecting surface situated on the side of the viewer's eye ball, a second surface which is a reflecting surface opposed to the first surface, a third surface which is a refracting surface to the first surface, and a fourth surface which is a refracting surface closest to the image display device, and at least one of the surfaces is decentered or inclined with respect to the viewer's axis of sighting.

When the eyepiece optical system comprises four surfaces as described above, the outside world is recognized by the outside world light having passed through the first surface and the second surface. In that case, by disposing a second optical element that cancels the biased optical power only in an area covered by the second surface, an additional function can be realized without the overall size of the eyepiece optical system increased.

Moreover, it is desirable to dispose at least one second optical element on the outside world side of the second surface or the third surface so that the outside world can be viewed through the first surface, the second surface and the second optical element, or the first surface, the third surface and the second optical element. By disposing the second optical element that cancels the biased optical power on the outside world side of the second surface, a natural outside world image to be viewed in an area substantially the same as the area in which the electronic image is viewed.

Likewise, by disposing the second optical element that cancels the biased optical power on the outside world side of the third surface, a natural outside world image can also be viewed in an area different from the area in which the electronic image is viewed. By disposing two second optical elements one on the outside world side of the second surface and the other on the outside world side of the third surface, the viewer can view all the outside world images that pass through the first and the second surfaces and the first and the third surfaces. Consequently, the outside world viewing angle is wider than the electronic image viewing angle, so that a natural and wide -area outside world image can be viewed. As a result, a very safe image display apparatus can be provided that can prevent danger and appropriately deal with emergencies.

Moreover, it is desirable for the second optical element to simultaneously cancel the composite optical power of the first and the second surfaces or the first and the third surfaces with respect to the outside world light. By forming the second optical element that simultaneously cancels the composite optical powers of the first and the second surfaces and the first and the third surfaces with respect to the outside world light, of one optical element, and disposing it on the outside world side of the eyepiece optical system, a wide area of outside world can be viewed.

Since this second optical element simultaneously cancels the composite optical powers, there is no gap in the outside world image, so that a more natural outside world image can be viewed.

Consequently, a wide area of outside world can be recognized with one optical element, so that a low-cost and safer image display apparatus can be provided that can prevent danger and deal with emergencies.

Moreover, in the above-described structure, positioning means can be provided for positioning the image display device and the eyepiece optical system with respect to the viewer's head. By providing the positioning means for positioning the image display device and the eyepiece optical system with respect to the viewer's head, the viewer can view a stable electronic image.

Moreover, the image display apparatus can be mounted on the viewer's head by providing supporting means for supporting the image display device and the eyepiece optical system with respect to the viewer's head. By providing the supporting means for supporting the image display device and the eyepiece optical system with respect to the viewer's head so that the image display apparatus can be mounted on the viewer's head, the viewer can view the electronic image in whatever viewing positions and viewing directions he likes.

Further, supporting means for supporting at least two pairs of image display apparatuses with a predetermined interval in between can be provided. By providing the supporting means for supporting at least two pairs with a predetermined interval in between, the vie wer can easily view images with the left and the right eyes. Moreover, by displaying images where a parallax is provided between the left and the right electronic images and viewing them with both eyes, a three-dimensional image can be enjoyed.

Moreover, the eyepiece optical system in the above -described image display apparatus can be used as an imaging optical system. The eyepiece optical system can be used as an imaging optical system of a camera as shown in FIG. 24 by f orning it so as to image an object at infinity with the image display surface thereof as an image surface.

In the present invention, one surface may be used both as the second surface and the third surface. In that case, since the physical number of surf aces can be reduced by one, the process can be simplified in optical design and in prism manufacture, which contributes to mass productivity and price reduction. Further, by using physically one surface having both the property of the second surface and the property of the third surface as the second and the third surfaces and setting the areas in which the luminous flux is internally reflected so as to overlap each other, size reduction of the prism member can be realized.

(Embodiments of the Invention) Hereinafter, first to seventeenth embodiments of the image display apparatus according to the present invention will be described. In the structural

parameters of the embodiments described below, as typically shown in FIG. 1, an exit pupil 1 of an eyepiece optical system 12 is the origin of the optical system, an optical axis 2 is defined by a light ray passing through the center of display of an image display device 7 and the center (origin) of the exit pupil 1, the direction in which the optical axis 2 extends from the exit pupil 1 is the z-axis direction, the direction that is perpendicular to the z-axis, passes through the center of the exit pupil 1 and is within a plane where the light ray is bent by the eyepiece optical system 12 is the y-axis direction, a direction from the exit pupil 1 to the eyepiece optical system 12 is the positive z-axis direction, a direction from the optical axis 2 to the image display device 7 is the positive y-axis is the positive x-axis direction. Ray tracing is performed according to backward ray tracing with the exit pupil 1 side of the eyepiece optical system 12 as the object side and the image display device 7 side thereof as the image side.

With respect to the surfaces for which decentering amounts Y and X and an inclination amount θ are provided, the decentering amounts Y and X and the inclination amount θ represent the amounts of shift in the y direction and the z direction from the exit pupil 1 which is the origin of the optical system and the angle of inclination of the central a xis of the surface with respect to the z-axis unless otherwise specified in the structural parameters (there is specification in the sixth and the ninth embodiments). The angle of inclination is positive counterclockwise. When a reference surface is specified, the decentering amounts Y and X and the inclination amount θ represent similar shift amounts and inclination angle from the vertex of the reference surface.

In the structural parameters shown below, axial distances in coaxial parts are shown as distances. In addition, the radii of curvature of the spherical surf aces, the refractive indices of the media and the Abbe numbers are shown according to the conventional method.

FIGs. 1 to 4, (b) of FIG. 5 and FIGs. 6 to 17 are cross -sectional views of image display

eye ball, reference numeral 16 represents an optical filter, reference numeral 17 represents a linear reference numeral 10 represents a line of sight detector, reference numeral 11 represents illuminating represents the viewer's pupil, reference numeral 2 represents the viewer's axis of sighting, reference with a medium having a refractive index higher than 1. In the figures, reference numeral 1 which a space formed by three surfaces 3, 4 and 6 decentered with respec t to the optical axis is filled refractive index higher than 1, and the embodiment of FIG. 17 comprises a decentered prism 12 in surfaces 3, 4, 5 and 6 decentered with respect to the optical axis is filled with a medium having a the present invention including the optical axis. The embodiments of FIGs. 1 to 4, (b) of FIG. 5. motor, reference numeral 18 represents protrusions provided on an optical element, and reference numerals 13 and 14 represent second optical elements, reference numeral 15 represents the viewer's means, reference numeral 12 represents the cy epiece optical system (decentered prism), reference represents a Fresnel lens, reference numeral 9 represents a line of sight detecting optical system. fourth surface, reference numeral 7 represents an image display device, reference nu meral 8 a second surface, reference numeral 5 represents a third surface, reference numeral 6 represents a FIGs, 6 to 11 and FIGs, 15 and 16 comprise a decentered prism 12 in which a space formed by four apparatuses of the first to the fourth, the fifth and t he sixteenth to the seventeenth embodiments of viewer's pupil 1 in a direction for the light ray to recede from the viewer's pupil 1, is reflected at, of side of the viewer's pupil 1, is reflected at the first surface 3 dispose d immediately before the situated opposite to the viewer's face, the third surface 5 adjoining the fourth surface 6 toward the image display device 7 of the eyepiece optical system 12, is reflected at, of the two surfaces 4 and 5 display device 7 is incident on the fourth surface 6 which is a refracting surface opposed to the FIGs. 6 to 11 and FIGs. 15 and 16, the light ray emanating from the electronic image on the image light ray path when an electronic image is viewed, in the embodi ments of FIGs. 1 to 4, (b) of FIG 5, numeral 19 represents a guide (rail) provided on an exterior portion. With respect to the actual numeral 3 represents a first surface of an eyepiece optical system 12, reference numeral 4 represents

immediately before the viewer's pupil 1 toward the side of the viewer's pupil 1, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball 15 with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1. In the embodim ent of FIG. 17, the light ray emanating from the electronic image on the image display device 7 is incident on the fourth surface 6 which is a refracting surface opposed to the image display device 7 of the eyepiece optical system 12, is reflected toward the side of the viewer's pupil 1 at an area (the third surface 5), adjoining the fourth surface 6, of the second surface 4 situated opposite to the viewer's face and used also as the third surface 5, is reflected at the first surface 3 disposed immediately before the viewer's pupil 1 in a direction for the light ray to recede from the viewer's pupil 1, is reflected toward the side of the viewer's pupil 1 at an area of the second surface 4 which area is situated opposite to the viewer's face and far from the fourth surface 6, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball 15 with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1.

apparatus of the present invention having the line of sight detecting means. The third surface 5 which is a reflecting surface disposed on the outside world side of the eyepiece optical system 12 is set so that a part thereof totally reflects light. It is unnecessary to cover the totally reflecting part with reflective coating because the totally reflecting part reflects light from the image display device 7 without covered with reflective coating. The actual light ray pat h when the line of sight is detected is such that the illuminating light from the light source 11 passes through the third surface 5 and the first surface 3 of the eyepiece optical system 12 to illuminate the viewer's eye ball 15 and the light ray reflected thereat is incident on the first surface 3 disposed immediately before the viewer's pupil 1, passes through the totally reflecting area which is at least a part of the third surface 5 situated opposite to the viewer's face, and is directed to the line of sight detector 10 by the line of

sight detecting optical system 9 to form an image of the viewer's pupil 1. Needless to say, the illuminating means 11 using infrared light and the detector 10 detecting infrared light may be used to reduce the influence of light on the electronic image and the like. Further, the illuminating means 11 may be disposed in a position other than the shown position or in any position as long as the viewer's eye ball 15 can be illuminated.

FIG. 18 is a cross-sectional view of an embodiment in which similar line of sight detecting means comprising the line of sight detecting optical system 9, the line of sight detector 10 and the light source 11 is provided in the case of the eyepiece optical system 12 comprising the three surfaces 3, 4 and 6 decentered with respect to the optical axis like the seventeenth embodiment. The actual light ray path when the line of sight is detected will not be described because it is similar to that of (b) of FIG 5 and FIG 6.

The one shown in FIG. 7 is an embodiment of the image display apparatus of the present invention with which the electronic image and the outside world image can simultaneously be viewed through the eyepiece optical system 12. The actual light ray path when the outside world image is viewed is such that the light ray from the object point of the outside world is incident on the third surface 5, passes through the first surface 3 and is projected within the viewer's eye ball with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1. Further, by disposing on the outside world side of the third surface 5 an attenuating filter or the optical element 16 that adjusts the quantity of the outside world light, the viewer can easily view both or one of the electronic image and the outside world image. Moreover, by making the attenuating filter or the optical element 16 movable between the viewing areas α and β , the light quantity of either the electronic image or the outside world image can be controlled.

The ones shown in FIGs. 8 and 9 are embodiments of another image display apparatus of the present invention with which the outside world image can be viewed by moving the eyepiece optical system 12. In FIG. 8, the eyepiece optical system 12 is shifted to the outside world image

viewing position of (b) of FIG 8 by moving it from the electronic image viewing position of (a) of FIG 8 in the negative Y direction with respect to the viewer's pupil. In FIG 9, the eyepiece optical system 12 is shifted to the outside image viewing position of (b) of FIG 9 by rotating it clockwise from the electronic image viewing position of (a) of FIG 9 with respect to the viewer's pupil 1.

Consequently, in either case, the outside world can be viewed through the eyepiece optical system 12 in the direction of the viewer's axis of sighting. The light ray from the object point of the outside world is incident on the third surface 5 and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1. Further, in (b) of FIG 8, the viewer's iris or the electronic image in an area below the viewer's axis of sighting 2. The electronic image viewing direction may be any direction because it varies according to the manner of disposition or the direction of movement of the eyepiece optical system 12.

(c) of FIG 8 and (c) of FIG 9 each show an example of a mechanism for moving the eyepiece optical system 12. In either case, the eyepiece optical system 12 is moved along the guide (rail) 19 provided on the extenior portion by the linear motor 17 through the protrus ions 18 provided on the optical element. In the case of (c) of FIG 8, the guide (rail) 19 is linear, whereas in the case of (c) of FIG 9, the guide (rail) 19 is arc-shaped, so that the cycpiece optical system 12 is linearly moved and rotated in these cases, respectively.

FIG. 19 shows an example in which in the case of the eyepiece optical system 12 comprising the three surfaces 3, 4 and 6 decentered with respect to the optical axis like the seventeenth embodiment, the eyepiece optical system 12 is shifted to the outside world image viewing position by moving it from the electronic image viewing position in the negative Y direction with respect to the viewer's pupil like the embodiment of FIG 8. The action thereof will not be described because it is similar to that of FIG 8.

The ones shown in FIGs. 10 to 14 are embodiments of the image display apparatus of the

present invention in which the Fresnel lens 8 which is the aberration correcting means is disposed on the optical path when the outside world i mage is viewed. The actual light ray path when the outside world image is viewed is such that the light ray from the object point of the outside world passes through the Fresnel lens 8 to be incident on the second surface 4 of the decentered prism and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1. It is necessary to situate the Fresnel lens 8 in a predetermined position on ly when the outside world is not viewed. When the mechanism that vertically moves or rotates the Fresnel lens 8, or the Fresnel lens 8 may be structured so as to be detachable when the outside world is not viewed.

optical system (decentered prism) 12 comprises the four surfaces 3, 4, 5 and 6 decentered with respect to the optical axis and the light ray path when the electronic image is viewed is similar. However, the decentered prism 12 of FIG. 12 comprises the decentered prism 12 in which a space formed by the three surfaces 3, 4 and 6 decentered with respect to the opti cal axis is filled with a medium having a refractive index higher than 1, and the actual optical path when the electronic image is viewed is such that the light ray emanating from the electronic image on the image display device 7 is incident on the fourth surface (being third in the order of surfaces) 6 which is a refracting surface opposed to the image display device 7 of the eyepiece optical system 12, is reflected at the first surface 3 disposed immediately before the viewer's pupil 1 in a direction for the light ray to recede from the viewer's pupil 1, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball 15 with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1.

Moreover, the decentered prism 12 of FIG. 13 comprises the decentered prism 12 in which

a space formed by the three surfaces 3, 4 and 6 decentered with r espect to the optical axis is filled with a medium having a refractive index higher than I, and the actual light ray path when the electronic image is viewed is such that the light ray emanating from the electronic image on the image display device 7 is in cident on the fourth surface (being third in the order of surfaces) 6 which is a refracting surface opposed to the image display device 7 of the eyepiece optical system 12, is reflected at the second surface 4 situated opposite to the viewer's face toward the side of the viewer's pupil 1, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball 15 with the position of the viewer's iris or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil 1.

Moreover, the decentered prism 12 of FIG. 14 comprises the decentered prism 12 in which a space formed by the two surfaces 3 and 4 decentered with respect to the optical axis is filled with a medium having a refractive index higher than 1, and the actual light ray path when the electronic image is viewed is such that the light ray emanating from the electronic image on the image display device 7 is incident on the first surface 3 which is a refracting surface opposed to the image display device 7 of the eyepiece optical system 12, is reflected at the second surface 4 situated opposite to the viewer's face toward the side of the viewer's pupil 1, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball 15 with the position of the viewer's iris or the center of rot ation of the eye ball as the exit pupil 1.

Next, the ones shown in FIGs. 15 and 16 are embodiments of the image display apparatus of the present invention in which the second optical elements 13 and 14 that cancel the optical power caused on the two surfaces 3 and 4 or 3 and 5 with respect to the outside world light when the outside world is viewed through the first surface 3 of the eyepiece optical system 12 situated immediately before the viewer's eye ball and the second surface 4 or the third surface 5 which is an outside world side internally reflecting surface are disposed on the optical path when the outside world is viewed. The actual light ray path when the outside world image is viewed is such that the light ray from the object point of the outside world passes through the second optical element 13 or

the other second optical element 14 to be incident on the second surface 4 or the third surface 5 of the decentered prism 12, and passes through the first surface 3 to be projected within the viewer's eye ball with the position of the viewer's inis or the center of rotation of the eye ball as the exit pupil

Amonocular image display apparatus may be structured by providing one pair of eyepiece optical system and image display device as described ab ove, or a binocular image display apparatus may be structured by providing such a pair on each of the left and the right and holding them in positions spaced the interpupillary distance apart. By doing so, the present invention can be structured as a fixed or a portable image display apparatus with which images can be viewed with one eye or both eyes.

A case of the monocular image display apparatus is shown in FIG. 21 (in this case, mounted on the left eye), and a case of the binocular image display appar atus is shown in FIG 22. In FIGs. 21 and 22, reference numeral 31 represents the main unit of the image display apparatus which is fixed by a supporting member through the head so as to be held before the left eye on the viewer's face in the case of FIG. 21 and before both eyes on the viewer's face in the case of FIG. 22. The supporting member comprises left and right front frames 32 having one ends joined to the main unit 31 and extending from the viewer's temples to above the viewer's ears, and left and right rear frames 33 joined to the other ends of the front frames 32 and extending along side parts of the viewer's head (in the case of FIG. 21), or comprises, in addition to the front and the rear frames 32 and 33, a vertex frame 34 having its ends joi ned to the other ends of the left and right rear frames 33, respectively, so as to be sandwiched therebetween, and supporting the vertex part of the viewer's head (in the case of FIG. 22).

Moreover, in the vicinity of the joints of the front frames 32 to the rear frames 33, rear plates 35 comprising an elastic body such as a metal plate spring are joined. The rear plates 35 are each joined so that a rear cover 36 constituting a part of the supporting member is situated in the rear of the viewer's ear in a part ranging from the back of the head to the base of the neck so as to be supportable (in the case of FIG. 22). A speaker 39 is attached in a position corresponding to each of the viewer's ears within the rear plate 35 or the rear cover 36.

A cable 41 for externally transmitting signals such as video and sound signals passes from

the main unit 31 through the vertex frame 34 (in the case of FIG. 22), the rear frame 33, the front frame 32 and the rear plate 35 to outwardly protrude from the rear end of the rear plate 35 or the rear cover 36. The cable 41 is connected to a video reproducing apparatus 40. In the figure, reference numeral 40a represents a switch and a volume controller of the video reproducing apparatus 40.

An end of the cable 14 may be a jack so that the cable 41 is attachable to an existing video deck or the like. Purther, the cable 41 may be connected to a TV tuner to realize an image display apparatus for TV watching, or may be connected to a computer so that computer graphics images o r message images from the computer are received. Moreover, to exclude the obstructive code, an antenna may be connected so that external signals are received by radio waves.

When used as an imaging optical system, the eyepiece optical system of the image display apparatus of the present invention can be used, for example, as a finder optical system H of a compact camera Ca as shown in HG. 23 in which a taking optical system Ob and the finder optical system H are separately provided. The structure of a n optical system when the eyepiece optical system is used as an imaging optical system is shown in HG. 24. An objective optical system L can be formed of a front lens unit GF, an aperture diaphragm D and the eyepiece optical system DS of the present invention disposed in the rear thereof. The image formed by the objective optical system L1 is erected by a four-reflection Porro prism P provided on the viewer side of the objective optical system L1, and viewed through an eyepiece lens Oc.